



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **2002135121 A**

(43) Date of publication of application: **10.05.02**

(51) Int. Cl.

H03M 7/14
G11B 20/14

(21) Application number: 2001251953

(22) Date of filing: 22.08.01

(30) Priority: 06.09.00 KR 2000 200052660

(71) Applicant: **SAMSUNG ELECTRONICS CO
LTD**

(72) Inventor: SHIM JAE-SEONG

(54) RLL CODE MODULATION/DEMODULATION
METHOD HAVING IMPROVED DC SUPPRESSION
CAPABILITY

COPYRIGHT: (C)2002,JPO

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a modulation/demodulation method for effective suppression of the DC element of a codeword stream in RLL(run length limited) code which is used in a optical recording/regenerating apparatus requiring high density record/regeneration.

SOLUTION: A converting code group for data modulation modulates input data, using a code group for another DC suppression control. The code group for the DC suppression control makes the best use of codeword character of the conversion code group, that is, the code of a parameter CSV, indicating the DC value in the codeword and characteristics of parameter INV for predicting the DSV transition direction of the next codeword. Then, the conversion code group for data modulation relaxes the production condition for an overlap codeword and condition for an usable codeword, and enables higher possibility of DC suppression control by increasing the number of codewords.

[illegible]

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 入力されるデータを最小ランレングス d 、最大ランレングス k 、データビット長さ m 、コードワードビット長さ n を用いて d 、 k 、 m 、 n で表現される RLL コードに変調する方法において、

(a) 入力される m ビットのデータを、重複コードワードを有し各コードグループのコードワードはコードワード内の DC 値を示す第 1 パラメータ (CSV) の符号と次のコードワードの DSV 遷移方向を予測する第 2 パラメータ INV の特徴が相互反対になるように配置されたデータ変調用所定数の第 1 コードグループと DC 抑圧制御用所定数の第 2 コードグループ中 DC 抑圧に有利ないずれか 1 コードグループのコードワードを選択して変調する段階を含んで、

前記第 1 及び第 2 コードグループの重複コードワード生成条件が相異なるように設定されていることを特徴とする変調方法。

【請求項 2】 前記第 2 コードグループのコードワードの数を増加させるために前記第 1 コードグループよりは前記第 2 コードグループの重複コードワード生成条件を緩和させて変調時コードストリームの DC 抑圧可能性を向上させることを特徴とする請求項 1 に記載の変調方法。

【請求項 3】 前記第 1 コードグループのコードワードのエンドゼロ数が 1 ないし 3 であるコードワードは重複されており、前記第 2 コードグループのコードワードのエンドゼロ数が 0 ないし 7 であるコードワードは重複されていることを特徴とする請求項 1 に記載の変調方法。

【請求項 4】 前記第 1 コードグループは、主変換コードグループ (MCG 1、MCG 2) と重複コード復調用変換コードグループ DCG 1、DCG 2 で構成され、前記第 2 コードグループは第 1 DSV コードグループ、第 2 DSV コードグループ及び第 3 DSV コードグループで構成されていることを特徴とする請求項 1 に記載の変調方法。

【請求項 5】 前記 MCG 1 には、リードゼロ数 LZ が主変換コードグループ区分パラメータ x より小さかったり同じコードワードで構成されており、前記 MCG 2 にはリードゼロ数が区分パラメータ x より大きかったり同じコードワードで構成されており、MCG 1 と MCG 2 のコードワードは相互同じコードワードがないように構成されており、

前記重複コード復調用変換コードグループには、リードゼロ数が前記最大ランレングス k とコードワード重複パラメータ y との差より同じか小さいコードワードで構成されており、このコードワードは特定ビットの値によって DCG 1 または DCG 2 に配置されており、

前記第 1 DSV コードグループには、前記 MCG 2 とは前記第 1 パラメータの符号及び前記第 2 パラメータの特徴が反対であるコードワードで構成されており、

前記第 2 DSV コードグループには、前記 DCG 1 とは前記第 1 パラメータの符号及び前記第 2 パラメータの特徴が反対であるコードワードで構成されており、及び前記第 3 DSV コードグループには、前記 DCG 2 とは前記第 1 パラメータの符号及び前記第 2 パラメータの特徴が反対であるコードワードで構成されていることを特徴とする請求項 4 に記載の変調方法。

【請求項 6】 d は 1、 k は 8、 m は 8、 n は 12 とし、前記 MCG 1 と前記 MCG 2 を区分するための区分パラメータ x を 1 とし、コードの重複パラメータ y を 3 にすることを特徴とする請求項 5 に記載の変調方法。

【請求項 7】 前記 DC 抑圧制御は DC 制御が可能なコードグループ対すなわち、主変換コードグループ MCG 1 と MCG 2、主変換コードグループ MCG 2 と DC 抑圧制御用コードグループである第 1 DSV コードグループ、重複コード復調用変換コードグループ DCG 1 と DC 抑圧制御用コードグループである第 2 DSV コードグループ、重複コード復調用変換コードグループ DCG 2 と DC 抑圧制御用コードグループである第 3 DSV コードグループ内から DC 抑圧に有利なコードワードを選択して行われることを特徴とする請求項 4 に記載の変調方法。

【請求項 8】 前記各コードグループ内の各コードワードは、該コードワードの次に来るコードワードが属しているコードグループを指示する第 3 パラメータ NCG が設定されており、前記第 3 パラメータは前記第 1 コードグループと前記第 2 コードグループが相異なるように設定されていることを特徴とする請求項 4 に記載の変調方法。

【請求項 9】 前記重複コード復調用変換コードグループとの DC 抑圧制御のできる DC 抑圧制御用コードグループには、前記重複コード復調用変換コードグループ内のあらゆるコードワード中リードゼロ数条件を違背するコードワードで構成されていることを特徴とする請求項 4 に記載の変調方法。

【請求項 10】 前記重複コード復調用変換コードグループ内のあらゆるコードワードのリードゼロ数条件は、コードワードのリードゼロ数が 5 以下であり、前記重複コード復調用変換コードグループとの DC 抑圧制御のできる DC 抑圧制御用コードグループ内のコードワードのリードゼロ数条件は、コードワードのリードゼロ数が最大ランレングス条件である k 以下であることを特徴とする請求項 9 に記載の変調方法。

【請求項 11】 入力されるデータを最小ランレングス d 、最大ランレングス k 、データビット長さ m 、コードワードビット長さ n を示す d 、 k 、 m 、 n で表現される RLL コードに変調する方法において、

(a) m ビットのデータを入力する段階と、

(b) 変調された以前コードワードが指示するデータ変調用次のコードグループから前記入力データに該当する

コードワードを探して、見つけられたコードワードと以前コードワード/次のコードワードとのランレングス条件が違背されているかを検査する段階、及び

(c) 前記検査結果がランレングスが違背されると見つけられたコードワードで前記入力データを変調及び変調されたコードワードの次のコードグループを決定して、そうでなければ以前コードワードが指示するデータ変調用次のコードグループとこれに対応するDC抑圧制御用コードグループ中でDC抑圧に有利なコードグループからコードワードを探して変調及び変調されたコードワードの次のコードグループを決定する段階とを含む変調方法。

【請求項 12】 前記データ変調用コードグループのコードワードのエンドゼロ数が1ないし3であるコードワードは重複されており、前記DC抑圧制御用コードグループのコードワードのエンドゼロ数が0ないし7であるコードワードは重複されていることを特徴とする請求項 11に記載の変調方法。

【請求項 13】 前記各コードグループ内の各コードワードは該コードワードの次に来るコードワードが属しているコードグループを指示する第3パラメータNCGが設定されており、前記第3パラメータは前記データ変調用コードグループと前記DC抑圧制御用コードグループが相異なるように設定されていることを特徴とする請求項 12に記載の変調方法。

【請求項 14】 前記ランレングス条件は最小ランレングスが1であり、最大ランレングスが8であることを特徴とする請求項 11に記載の変調方法。

【請求項 15】 前記データ変調用コードグループは、主変換コードグループMCG1、MCG2と重複コード復調用変換コードグループDCG1、DCG2で構成され、前記DC抑圧制御用コードグループは第1DSVコードグループ、第2DSVコードグループ及び第3DSVコードグループで構成されることを特徴とする請求項 11に記載の変調方法。

【請求項 16】 前記MCG1には、リードゼロ数LZが主変換コードグループ区分パラメータxより小さかったり同じコードワードで構成されており、前記MCG2にはリードゼロ数が区分パラメータxより大きかったり同じコードワードで構成されており、MCG1とMCG2のコードワードはコードワード内のDC値を示す第1パラメータ(CSV)の符号と次のコードワードのDSV遷移方向を予測する第2パラメータINVの特徴が相互反対になるように配置されて相互同じコードワードがないように構成されており、前記重複コード復調用変換コードグループDCG1とDCG2には相互前記第1パラメータの符号と第2パラメータの特徴が反対でありながらリードゼロ数が前記最大ランレングスkとコードワード重複パラメータyとの差より同じか小さいコードワードで構成されており、この

コードワードは特定ビットの値によってDCG1またはDCG2に配置されており、

前記第1DSVコードグループには、前記MCG2とは前記第1パラメータの符号及び前記第2パラメータの特徴が反対であるコードワードで構成されており、

前記第2DSVコードグループには、前記DCG1とは前記第1パラメータの符号及び前記第2パラメータの特徴が反対であるコードワードで構成されており、及び前記第3DSVコードグループには、前記DCG2とは前記第1パラメータの符号及び前記第2パラメータの特徴が反対であるコードワードで構成されていることを特徴とする請求項 15に記載の変調方法。

【請求項 17】 前記(c)段階では、前記ランレングスが違反しないとDC制御が可能なコードグループ対すなわち、主変換コードグループMCG1とMCG2、主変換コードグループMCG2とDC抑圧制御用コードグループである第1DSVコードグループ、重複コード復調用変換コードグループDCG1とDC抑圧制御用コードグループである第2DSVコードグループ、重複コード復調用変換コードグループDCG2とDC抑圧制御用コードグループである第3DSVコードグループ内からDC抑圧に有利なコードワードを選択して入力データを変調することを特徴とする請求項 15に記載の変調方法。

【請求項 18】 前記重複コード復調用変換コードグループとのDC抑圧制御のできるDC抑圧制御用コードグループには、重複コード復調用変換コードグループ内のあらゆるコードワード中リードゼロ数条件を違背するコードワードで構成されていることを特徴とする請求項 15に記載の変調方法。

【請求項 19】 前記重複コード復調用変換コードグループ内のあらゆるコードワードのリードゼロ数条件はコードワードのリードゼロ数が5以下で、前記重複コード復調用変換コードグループとのDC抑圧制御のできるDC抑圧制御用コードグループ内のコードワードのリードゼロ数条件はコードワードのリードゼロ数が最大ランレングス条件であるk以下であることを特徴とする請求項 18に記載の変調方法。

【請求項 20】 前記(c)段階では、前記(b)段階で検査結果が現在変調するコードワードと各々以前コードワードと次のコードワード間にランレングス条件を違反しないながら以前コードワードがいずれか一つの変換コードグループMCG1、MCG2、DCG1、DCG2から変調された場合、現在変調したコードワードが指定する次のコードグループは前記いずれか一つの変換コードグループから変調された以前コードワードのエンドゼロ数EZによって決定されるがEZが最小ランレングスdより小さければ主変換コードグループMCG2が決定されて、EZが最小ランレングスd以上でコードワード重複パラメータy以下であれば現在コードワードの特

定ビット値によって重複コード復調用変換コードグループDCG1またはDCG2が決定されて、EZがコードワード重複パラメータ γ を超過すれば主変換コードグループMCG1が決定されることを特徴とする請求項15に記載の変調方法。

【請求項21】 前記以前コードワードがMCG1で変調されてもそれ以前コードワードが1000xxxxxx10であるか1001xxxxxx10の場合現在変調したコードワードが指定する次のコードグループとして主変換コードグループMCG1が決定されることを特徴とする請求項20に記載の変調方法。

【請求項22】 前記(c)段階では、前記(b)段階で検査結果が現在変調するコードワードと各々以前コードワードと次のコードワード間にランレングス条件を違反しないながら以前コードワードがいずれか一つのDSVコードグループから変調されたならば現在変調したコードワードが指定する次のコードグループは前記いずれか一つのDSVコードグループから変調された以前コードワードのエンドゼロ数EZによって決定されるがすなわち、EZが0以上で最大ランレングス k より小さければ現在変調されたコードワードの特定ビット値によって重複コード復調用変換コードグループDCG1またはDCG2が決定されて、EZが最大ランレングス k であれば主変換コードグループMCG1が決定されることを特徴とする請求項15に記載の変調方法。

【請求項23】 入力データが、重複コードワードを有し各コードグループのコードワードは、コードワード内のDC値を示す第1パラメータ(CSV)の符号と次のコードワードのDSV遷移方向を予測する第2パラメータINVの特徴が相互反対になるように配置されたデータ変調用所定数の第1コードグループとDC抑圧制御用所定数の第2コードグループ中DC抑圧に有利ないずれかコードグループのコードワードに変調されており、前記第1及び第2コードグループの重複コード生成条件が相異なるように設定されているRLLCコードを用いる光記録／再生装置で受信されるコードワードストリームを元来のデータに復調する復調方法において、

(a) コードワードストリームを入力して、以前コードワードの特徴によって復調しようとする現在コードワードが属しているコードグループを示す第3パラメータNCGを更新する段階と、

(b) 更新された第3パラメータNCGが指示するコードグループで二個の同一な現在コードワードが存在しているかを検査する段階、及び

(c) 検査結果が二個の同一な現在コードワードが存在しないと更新された第3パラメータNCGで指示するコードグループで前記復調しようとするコードワードに対応する元来のデータに復調して、二個の同一な現在コードワードが存在すれば次のコードワードのリードゼロ数によって同一コードワード中最初コードワードまたは二

番目コードワード中一つを選択して元来のデータに復調する段階を含む復調方法。

【請求項24】 前記コードワードストリームは、DC制御が可能なコードグループ対すなわち、主変換コードグループMCG1とMCG2、主変換コードグループMCG2とDC抑圧制御用コードグループである第1DSVコードグループ、重複コード復調用変換コードグループDCG1とDC抑圧制御用コードグループである第2DSVコードグループ、重複コード復調用変換コードグループDCG2とDC抑圧制御用コードグループである第3DSVコードグループ内からDC抑圧に有利なコードワードが選択されてなされることを特徴とする請求項23に記載の復調方法。

【請求項25】 前記(a)段階は、

(a1) 以前コードワードがデータ変調用コードグループに属しているかを判断する段階と、

(a2) 前記(a1)段階で判断結果が以前コードワードがデータ変調用コードグループに属すれば以前コードワードのエンドゼロ数EZを検査する段階と、

(a3) 前記以前コードワードのEZ値が最小ランレングス d より小さければ第3パラメータNCGをMCG2または第1DSVコードグループを示す第1値に更新する段階と、

(a4) 前記以前コードワードのEZ値が最小ランレングス d と同じか大きくて、コードワード重複パラメータ γ より小さかったり同じならば以前コードワードの第3パラメータNCGが指示するコードグループで二個の同一な以前コードワードが存在しているかを判断する段階と、

(a5) 前記(a4)段階で二個の同一な以前コードワードが存在すれば現在コードワードの特定ビットを検査して特定ビットの値によって第3パラメータNCGをDCG1または第2DSVコードグループを示す第2値、またはDCG2または第3DSVコードグループを示す第3値に更新する段階と、

(a6) 前記以前コードワードのEZ値がコードワードの重複パラメータ γ より大きかったり、前記(a4)段階で二個の同一な以前コードワードが存在しないと第3パラメータNCGをMCG1またはMCG2を示す第4値に更新する段階、及び

(a7) 前記(a1)段階で判断結果が以前コードワードがデータ変調用コードグループに属しないと以前コードワードのエンドゼロ数が k であるのかを判断してエンドゼロ数が k であれば前記(a6)段階に進み、そうでなければ前記(a4)段階に進む段階を含むことを特徴とする請求項24に記載の復調方法。

【請求項26】 d は1、 k は8、 m は8、 n は12として、前記MCG1とMCG2を区分するパラメータ x は1であり、コードワード重複パラメータ γ は3であり、前記特定ビットが現在コードワードの上位4ビット

であれば、前記(a5)段階では現在コードワードの最上位ビットが“1”であるか上位4ビットがすべて“0”であれば第3パラメータNCGを第2値に更新して、そうでなければ第3パラメータNCGを第3値に更新することを特徴とする請求項25に記載の復調方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はmビットの情報ワードを変調信号に変換して再び復元する分野に係り、特に高密度記録／再生を要求する光記録／再生装置で用いるためのRLL (Run Length Limited) コードでコードワードストリームのDC成分を効果的に抑圧する変復調方法に関する。

【0002】

【従来の技術】d、k、m、nで表現されるRLLコードでコードの性能を表現する要因中で大別して記録密度の側面とコードのDC成分を抑圧する能力を見てそのコードの優秀性を評価する。ここで、mはデータビット数(ソースビット数、情報ワードビット数とも称する)、nは変調後のコードワードビット数(チャンネルビット数とも称する)、dはコードワード内で1と1間に存在することができる連続される0の最小数、kはコードワード内で1と1間に存在することができる連続される0の最大数である。コードワード内ビット間隔はTで示す。

【0003】変調方法で記録密度を向上させることができる方法はdとmは与えられた条件のままコードワードのビット数nを減らすことである。しかし、RLLコードはコードワード内で1と1との間に存在することができる連続される0の最小数であるdと連続される0の最大数であるkを満足しなければならない。この(d、k)条件を満足しながらデータビット数がmという時RLL (d、k)を満足するコードワードの数は 2^m 個以上であれば良い。しかし、実際このようなコードを用いるためには、コードワードとコードワードとが連結される部分でもRLL (d、k)条件を満足しなければならず、光ディスク記録／再生装置のようにコードのDC成分がシステム性能に影響をあたえる場合には、用いようとするコードがDC抑圧能力を有しなければならない。

【0004】このようなRLL変調されたコードストリームでDCを抑圧する最も重要な理由は再生信号がサーボ帯域に与える影響を最小化するためである。DCを抑圧する方法を以下DSV (Digital Sum Value) 制御方式と称する。

【0005】DSV制御方式は大別して2種類ある。一つはコード自体にDSVを制御できるDSV制御コードを持っている方式であり、他の一つはDSV制御時点毎にマージ (merge) ビットを挿入する方式である。EFM+ (Eight to Fourteen Modulation plus) コードは別途のコード表を用いてDSV制御を行うコードであり、EFMコードや(1、7)コードはマージビットを

挿入してDSV制御を行うコードである。

【0006】したがって、上述した条件を満足しながらコード自体にDC抑圧制御できるDSV制御コードを持っている従来の変調用コードグループの形態は、図1に図示されたように所定数の主変換コードグループと各々の主変換コードグループと対を形成してDC抑圧制御のできるようにするDC抑圧制御用コードグループを置く形態で構成された。この場合、所定数の主変換コードグループ内コードワードを区分づける数種特徴があるが、それは、主変換コードグループAとB内のコードワードは同一なコードワードが存在しなくてももしも重複コードを使用したとすれば、重複コードの復調用変換コードグループCとDのようなコードグループが存在するというのである。この時、重複コードの復調用変換コードグループCとDには、同一なコードワードが存在しないが、主変換コードグループAまたはB内のコードワードは、重複コードの復調用変換コードグループCまたはDに存在することができる。これら主変換コードグループA、Bと重複コードの復調用変換コードグループC、Dのコードワードの数は、もしも変換前ソースワードのビット数がmビットといえは 2^m 個が存在する。

【0007】コードグループE～Hを各々コードグループA～Dと一緒にDC抑圧用に用いられるDC抑圧制御用コードグループといえは、コードグループE～H内のコードワード特徴は、その各々のコードグループ対であるコードグループA～D内のコードワードと同一な条件を有するというのである。すなわち、重複コードワードを生成することができる条件やコードワードのリード (lead) ゼロ数に対する条件がDC抑圧制御用コードグループE～Hと、コードグループE～Hと一緒にDC制御のできるコードグループA～D内のコードワードの生成条件が同一である。

【0008】例えば、現在DVD (Digital Versatile Disc) で用いられているRLL (2、10)のランレングス条件(run length condition)を有しコードワードの長さnが16ビットであるEFM+コードの特徴は図2に図示されたことと同じである。主変換コードグループMCG1 (図1では“A”)とMCG2 (図1では“B”)があって、重複コード復調用変換コードグループDCG1 (図1では“C”)とDCG2 (図1では“D”)があり、各々の変換コードグループと対を形成してDC抑圧制御のできる4個のDSVコードグループ (図1では“E～H”)が存在する。これら4個の変換コードグループとDC制御用コードグループである4個のDSVコードグループには同一なコードワードは存在しない。

【0009】また、全体のコードグループ内の重複コードワード生成条件もすべて同一であり、DC制御のできるコードグループ対 (MCG1と第1DSVコードグループ、MCG2と第2DSVコードグループ、DCG1

10

20

30

40

50

と第3DSVコードグループまたはDCG2と第4DSVコードグループ)内のコードワードの特徴も同一に構成されている。

【0010】すなわち、コードワードのLSB (Least Significant Bit) から連続する0の数(以下“エンドゼロ数”と称する)が2~5間のコードワードは重複コードワードを生成して用いており、この規則は全コードグループに亘って同一である。主変換コードグループMCG1と一緒にDC抑圧制御をするDC抑圧制御用第1DSVコードグループ内のコードワードはMSB (Most Significant Bit) から連続する0の数(以下“リードゼロ数”と称する)が2~9であり、主変換コードグループMCG2とそれと一緒にDC抑圧制御をするDC抑圧制御用第2DSVコードグループ内のコードワードはMSBから連続する0の数が0~1である同一な規則を従っている。重複コード復調用変換コードグループDCG1と一緒にDC抑圧制御をするDC抑圧制御用第3DSVコードグループ内のコードワードは一部ビット(ここではb15(MSB)とb3)がすべて“0b”であり、重複コード復調用変換コードグループDCG1と一緒にDC抑圧制御をするDC抑圧制御用第3DSVコードグループ内のコードワードは一部ビット(ここではb15(MSB)またはb3)が“1b”である特徴を持っている。

【0011】図1または図2に図示されたことと同じ変調コードグループを用いる従来の変調方法では、コードワードが十分に存在する時には問題がないが、DC抑圧制御用に用いるコードワードが十分でない時は、DC抑圧制御のためのコードグループ内に含まれるコードワードの数が少ないので、十分なDC抑圧制御をすることに難しさが生じる問題点があった。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】上述した問題点を克服するために、本発明の目的は、コードワードストリームのDC(Direct Current)成分を効果的に抑圧する高密度ディスクシステムに適合なRLLCコードの変調方法を提供することにある。

【0013】本発明の他の目的は、コードワード内のDC値を示すパラメータ(CSV)の符号と次のコードワードのDSV遷移方向を予測するパラメータINVの特徴を最大に利用したデータ変調用コードグループのコードワード特性を同一に有するDC抑圧制御用コードグループを利用してより効果的にDCを抑圧する変調方法を提供することにある。

【0014】本発明のさらに他の目的は、データ変調用コードグループと対をなすDC抑圧制御用コードグループのコードワードに対して重複コードワード生成条件や使用可能なコードワードの条件を緩和してDC抑圧制御のできる可能性を高める変調方法を提供することにある。

【0015】本発明のさらに他の目的は、コードワードストリームのDC成分を効果的に抑圧するRLLCコードの復調方法を提供することにある。

【0016】

【課題を解決するための手段】前記した目的を達成するために、本発明による変調方法は、入力されるデータを最小ランレングスd、最大ランレングスk、データビット長さm、コードワードビット長さnを示すd、k、m、nで表現されるRLLCコードに変調する方法において、入力されるmビットのデータを重複コードワードを有し各コードグループのコードワードはコードワード内のDC値を示す第1パラメータ(CSV:Code word Sum Value)の符号と次のコードワードのDSV遷移方向を予測する第2パラメータINVの特徴が相互反対になるように配置されたデータ変調用所定数の第1コードグループとDC抑圧制御用所定数の第2コードグループ中DC抑圧に有利ないずれか1コードグループのコードワードを選択して変調する段階を含んで、第1及び第2コードグループの重複コードワード生成条件が相異なるように設定されていることを含むことを特徴としている。

【0017】本発明による復調方法は、入力データが、重複コードワードを有し各コードグループのコードワードはコードワード内のDC値を示す第1パラメータ(CSV)の符号と次のコードワードのDSV遷移方向を予測する第2パラメータINVの特徴が相互反対になるように配置されたデータ変調用所定数の第1コードグループとDC抑圧制御用所定数の第2コードグループ中いずれか1コードグループのコードワードに変調されており、第1及び第2コードグループの重複コード生成条件が相異なるように設定されているRLLCコードを用いる光記録/再生装置から受信されるコードワードストリームを元来のデータに復調する復調方法において、コードワードストリームを入力して、以前コードワードの特徴によって復調しようとする現在コードワードが属しているコードグループを示す第3パラメータNCGを更新する段階、更新された第3パラメータNCGが指示するコードグループで二個の同一な現在コードワードが存在しているかを検査する段階及び検査結果が二個の同一な現在コードワードが存在しないと更新された第3パラメータNCGで指示するコードグループで復調しようとするコードワードに対応する元来のデータに復調して、二個の同一な現在コードワードが存在すれば次のコードワードのリードゼロ数によって同一コードワード中最初コードワードまたは二番目コードワード中一つを選択して元来のデータに復調する段階を含むことを特徴としている。

【0018】

【発明の実施の形態】以下、添付された図面を参照して本発明による改善されたDC抑圧能力を有するRLLCコード変復調方法の望ましい実施形態を説明する。

【0019】本発明に適用されるRLLコードグループ生成方法の流れ図である図3A及び図3Bにおいて、所望の最小ランレングスd、最大ランレングスk、データビット長さm、コードワードビット長さn、主変換コードグループの区分パラメータx、コードワードの重複パラメータy及び特定ビットi、ビットj、ビットkを入力させる(図3AのS101段階)。ここで、所望の最小ランレングスdを1とし、最大ランレングスkを8とし、データビット長さmを8に入力して、コードワードビット長さnを12に入力して、主変換コードグループの区分パラメータxを1に入力して、コードワードの重複パラメータyを3に入力する。

【0020】S101段階で入力された条件に合うコードワードを0から $2^n - 1$ まで 2^n 個(ここでは 2^{12} 個)のコードワードを発生させて(S102段階)、生成したコード

以前のコード

000010001001000 001000001001000

LZ(p) EZ(p) LZ(c) EZ(c)

【0023】LZ(p)とLZ(c)は各々以前コードワードと現在コードワード内のリードゼロ数であって、EZ(p)とEZ(c)は各々以前コードワードと現在コードワード内のエンド(end)ゼロ数である。DSVはコードワードストリームでデジタル和(Digital Sum Value in code word stream)すなわち、一連のコードワードストリームで“1”が出る時毎に反転をさせた後反転されたパターンで0は“-1”に計数して、1は“+1”に計数した値である。CSVはコードワード内でデジタル和値(Digital Sum Value in a code word)すなわち、一つのコードワード内で“1”が出る時毎に反転をさせた後反転されたパターンで0は“-1”に計数して1は“+1”に計数した値である。INVは次のコードワードの遷移が分かるパラメータであって、コードワード内で“1”の数が偶数個であればINVのパラメータの値は0(INV=0)であり、コードワード内で“1”の数が奇数個であればINVのパラメータの値※

コードワード:

000010001001000 001001001001000

INV: 1 0

CSV: +1 -3

コードストリーム:000011110001111 1100011100

01111

DSV:-1-2-3-4-3-2-1 0-1-2-3-2-1 0+1

+2+3+2+1 0+1+2+3+2+1 0+1+2+3+4

【0026】使用可能なコードの数を伸ばすために一部コードは重複させて、コードワードとコードワードが連結される部分での(d, k)条件を満足させるためにパラメータEZ値を検査する(S106段階)。このEZ値によって次のような作動をする。

【0027】コードワード内のエンドゼロ数EZが $0 \leq EZ < d$ であれば、パラメータNCG(Next Code Group

*ドワードに対してランレングス(d, k)条件を満足するのかを判断する(S103段階)。生成したコードワード中使用可能なコードワードはランレングス(d, k)条件を満足するコードワードのみ使用可能なのでこの条件に合わないコードワードは捨てる(S104段階)。(d, k)条件を満足するコードワードに対してはそれからコードワードの特徴を示すパラメータを抽出し、それは各々コードワード内のリードゼロ数LZ、コードワード内のエンドゼロ数EZ、コードワード和値(CSV)である(S105段階)。

【0021】本発明の理解を助けるためにコードワードの特徴を抽出することに必要なパラメータの定義を説明する。

【0022】

現在のコード

※は1(INV=1)である。xは主変換コードグループを区分するためのパラメータ(“主変換コードグループ区分パラメータ”)であり、yはコードワードを重複させるためのパラメータ(“コードワード重複パラメータ”)である。ビットi、ビットj、ビットkはコードワード内のi、j、k番目ビットを示す。ここで、コードワードストリームで累積されたINVの値が“0”であれば次のコードワードのCSVをそのコードワード以前までの累積されたDSV値にそのまま加えてDSV値を更新して、累積されたINV値が“1”であれば次のコードワードのCSVの符号を反転させてそのコードワード以前までの累積されたDSV値に加えてDSV値を更新する。

【0024】下記のストリームを例とすればINV、CSV、DSVパラメータは下記のように与えられる。

【0025】

p)はMCG2(Main Code Group II)から次のコードワードがくることができるよう指定する(S107段階)。

【0028】コードワードのEZ値が $d \leq EZ \leq y$ であれば、コードワードが重複されるのかを判断して(S108段階)、コードワードが重複されたコードワード中元来のコードワードであれば、NCGはDCG1(Deci

sion Code Group I) から次のコードワードがくることができるよう指定して、重複されたコードワード中複製されたコードワードであればNCGはDCG 2 (Decision Code Group II) から次のコードワードがくることができるよう指定する (S109段階)。

【0029】S106段階で検査されたコードワードのEZ値が $y < EZ < k$ であるかS108段階でEZ値が $d \leq EZ \leq y$ でありながら重複されないコードワードであれば、そのコードワードはNCGがMCG 1 (Main Code Group I) から次のコードワードがくることができ

るように指定する (S110段階)。

【0030】このような過程で (d, k) 条件を満足するコードワードのNCGを決定し、このNCGによってそのコードワード次に追従できるコードワードのコードグループが決定され、コードワードとコードワードが連結される部分でも (d, k) 条件を満足させる。ここで、EZ値が $d \leq EZ \leq y$ を満足するコードワードを重複させる理由はEZ値が0、1、...、 $d-1$ であるコードワードに対してはDSVコードグループを利用してコードワードストリームのDSV制御を実施して全体DC成分を抑圧するためである。

【0031】したがって、各コードグループに存在するコードワードの次に来るコードワードのコードグループを指示するNCGは、コードワードのエンドゼロ数EZを検査して、 $EZ \leq d-1$ の時はNCGがMCG 2を指示するようにして、 $d \leq EZ \leq y$ であり、重複された場合には、NCGがDCG 1またはDCG 2を指示するようにして、 $y < EZ \leq k$ であるか $d \leq EZ \leq y$ でありコードワードが重複されない場合には、NCGがMCG 1を指示するようにして最大ランレングス k を違反しない場合にコードの選択幅をひろめることができるようにしてコードのDC抑圧能力を向上させる。

【0032】コードグループ別にコードワードをまとめる方法と各々のコードグループの特徴に対して説明する。コードグループ別にコードワードをまとめるためにはコードワード内のリードゼロ数LZを利用するが、S111段階ではコードワード内のLZ値を検査する。

【0033】コードワード内のLZ値が x より小さかったり同じ場合は、そのコードワードはMCG 1に貯蔵する (図3BのS112段階)。LZ値が x より大きなコードワードはMCG 2に貯蔵するが、そのコードワードの順序はMCG 1に入っている同一な復号値を有するコードワードと比較してMCG 1の同じ位置のコードワードと可能なかぎりパラメータINVの特徴とCSVの符号が反対であることに配置する (S113段階)。もしもINVの特徴とCSVの符号とがすべて反対であるものがなければCSVの符号が反対であるものに優先順位を置いてその次の優先順位はINVの特徴が反対であるものに配置する。このように、コードワードを配置する理由はいずれかーコードワードのNCGがMCG 1やM

CG 2で、次のコードワードを呼び出すように指示する場合に2コードグループ内の同一な復号値を有するコードワードが同時に (d, k) 条件を満足するならば、コードワードストリームのDC抑圧が有利に進行されるコードワードに選択することができるようになると同時に、2コードグループ内のコードワードのINVの特徴及びCSVの符号が反対であるので、DC制御が2コードワード中一つは最適な方向に進行できるためである。

【0034】LZ値が $LZ \leq k-y$ の場合はビットi、ビットj、ビットkを検査して (S114段階)、その中いずれか1ビットでも“1”が存在すればそのコードワードはDCG 1に貯蔵して (S115段階)、S114段階で検査されたビットがすべて“0”であればDCG 2に貯蔵する (S116段階)。DCG 1、DCG 2内におけるコードワードの配置順序は、可能なMCG 1、MCG 2と同じ位置に配置させる。これは復号時エラーが生じた時エラー電波を最小化するための配慮である。S114段階ないしS116段階をより具体的に説明すると、最上位ビット (ビット11) が“1” ($10 \times b: LZ=0$) であるか上位4ビット (ビット11~ビット8) がすべて“0” ($0000b: LZ \geq 4$) であるのかを判断して最上位ビットが1であるか上位4ビットがすべてが“0”であればそのコードワードはDCG 1に貯蔵して、そうでなければ ($010 \times b: LZ=1$)、($0010b: LZ=2$) or ($0001b: LZ=3$) DCG 2に貯蔵する。

【0035】LZ値が $LZ \leq k-y$ であるコードをDCGに配置させる理由はEZ値が $d \leq EZ \leq y$ であるコードワードを重複させたためである。重複されたコードを復号する時該データを正しく復号するために次のコードワードを参照するが、次のコードワードがDCG 1から来たコードワードであれば、重複コードワード中元来のコードワードに対する復号データに復調し、次のコードワードがDCG 2から来たコードワードであれば重複コードワード中複製されたコードワードに対する復号データに復調する。

【0036】ここで、主変換コードグループMCG 1、MCG 2ということは重複されないコードワードの次に来るコードワードが属しているコードグループに定義し、重複コード復調用変換コードグループDCG 1、DCG 2ということは重複されたコードワードの次に来るコードワードが属しているコードグループに定義する。このような変換コードグループをデータ変調用コードグループと指称して、第1ないし第3DSVコードグループをDC抑圧制御用コードグループと指称できる。したがって、今後これらコードグループを使用目的によって別に命名することもできるが、そのコードグループの意味は上述したことから外れなければ、同一だとみても差し支えないことである。

【0037】また、 $d \leq EZ \leq y$ であるコードがDCG

1やDCG2内のコードワードと(d, k)を満足させながら連結されるためには、以前コードワードのエンドゼロ数EZ(p)と現在コードワードのリードゼロ数LZ(c)の合計EZ(p)+LZ(c)が $d \leq EZ(p) + LZ(c) \leq k$ を満足しなければならないのでDCG1やDCG2のLZ(c)は $LZ \leq k - y$ を満足しなければならない。

【0038】例えば、“010101000010”であるコードワードが図4cに図示されたようにMCG1内に二個存在する時、すなわち、重複コードワード中元来のコードワード“010101000010”に対する復号値が129、NCGがDCG1であり、重複コードワード中複製されたコードワード“010101000010”に対する復号値が130、NCGがDCG2といえコードワード“010101000010”を復号する時その次に来るコードワードがDCG1に属しているかDCG2に属しているかによって129または130に復調される。

【0039】図3A及び図3Bで上述した方法により生成した主変換コードグループMCG1、MCG2と重複コード復調用変換コードグループDCG1、DCG2のコード変換テーブルは図4Aないし図4eに図示されたようである。

【0040】次はDSVコードグループの生成と配置に対して説明する。DSVコードグループは本発明でコードワードストリームのDC成分を抑圧するための方法として提示したことである。

【0041】LZ=1~8であるコードワードはMCG2のような位置のコードでありながら反対のCSV符号、反対のINV特徴を有するように第1DSVコードグループに配置して(S117段階)、LZ=0または6または7であるコードワードはDCG1のような位置のコードでありながら反対のCSVの符号、反対のINV特徴を有するように第2DSVコードグループに配置する(S118段階)。同じ方法でLZ=1~3であるコードワードはDCG2のような位置のコードでありながら反対のCSV符号、反対のINV特徴を有するように第3DSVコードグループに配置する(S119段階)。

【0042】したがって、DSVコードグループの選択方法は、 $d \leq EZ(p) + LZ(c) \leq k$ を満足しながら、EZ(p)が0である時はLZ(c)が1~8である第1DSVコードグループからコードワードを選択して、EZ(p)が1~3でありながら重複されたコードワード中元来のコードであれば次のコードワードとしてLZ(c)が0または6または7であるコードワードが属している第2DSVコードグループからコードワードを選択し、同じ方法でEZ(p)が1~3でありながら重複されたコードワード中複製されたコードワードであれば、次のコードワードとしてLZ(c)が1~3であ

るコードワードが属している第3DSVコードグループからコードワードを選択することができる。

【0043】ここで、主変換コードグループMCG2とDC抑圧制御を遂行する第1DSVコードグループのコード変換テーブルは図5に図示されたことと同じで、LZ=1~8である102個のコードワードよりなっており、EZ=0~7であるコードワードはすべて重複されている。重複コード復調用変換コードグループDCG1とDC抑圧制御を遂行する第2DSVコードグループのコード変換テーブルは図6に図示されたことと同じで、LZ=0または6または7である27個のコードワードでなっており、EZ=0~7であるコードワードはすべて重複されている。重複コード復調用変換コードグループDCG2とDC抑圧制御を遂行する第3DSVコードグループのコード変換テーブルは図7に図示されたことと同じで、LZ=1~3である4個のコードワードでなっており、EZ=0~7であるコードワードはすべて重複されている。

【0044】このように生成したコードワードに対して該当するコードグループに貯蔵するようになって、終わりデータであるのかを判断して(S120段階)、終わりデータであれば終了し、そうでなければi(ここで、 $i = 0, 1, \dots, 2^n - 1$)を増加して(図3AのS121段階)、 2^n 個のコードワードを生成するS102段階に進行する。

【0045】図3A及び図3Bに図示されたコード生成方法で生成した本発明で用いる変調コードの特徴は図8に図示されたようである。二個の主変換コードグループMCG1とMCG2には同一なコードワードが存在しないし、二個の重複コード復調用変換コードグループDCG1とDCG2には同一なコードワードが存在しない。

【0046】また、DC制御が可能なコードグループ対(MCG1とMCG2、MCG2と第1DSVコードグループ、DCG1と第2DSVコードグループ、DCG2と第3DSVコードグループ)内のコードワードはINVパラメータとCSVを反対に配置する。DC抑圧制御のできる可能性を高めるためにDSVコードグループ内のコードワードは、重複コードワード生成条件を主変換コードグループMCG1、MCG2または重複コード復調用変換コードグループDCG1、DCG2とは別にしている。すなわち、主変換コードグループまたは重複コード復調用変換コードグループの重複コードワード生成条件はエンドゼロ数が1ないし3である(但し、MCG1で例外条件(1000xxxxxx10または1001xxxxxx10)がある)反面DSVコードグループの重複コードワード生成条件はエンドゼロ数が0ないし7にして可能な限り重複コードワードを多く生成してコードワードを伸ばして、重複コード復調用変換コードグループDCG1、DCG2ともDC抑圧制御のできるようにDC制御が可能なコードグループ対(DCG

1と第2DSVコードグループ、DCG2と第3DSVコードグループ)内のコードワードは同じ特徴(例: LZの制限条件が同じでなければならないという前提)を有しなければならないという従来のコード生成の前提条件も無くした。

【0047】また、重複コード復調用変換コードグループとのDC抑圧制御のできるDC抑圧制御用コードグループ生成のために重複コード復調用変換コードグループ内のあらゆるコードワードのLZ条件を違背するコードワードを第2及び第3DSVコードグループに配置させて、この時、重複コード復調用変換コードグループ内のあらゆるコードワードのLZ条件はコードワードのリードゼロ数が5以下であり、第2及び第3DSVコードグループ内のコードワードのLZ条件はコードワードのリードゼロ数が最大ランレングス条件であるk以下である。

【0048】したがって、本発明で提案する変調コードグループのコードワードを用いて変調するようになれば、図9に図示されたように図1または図2に図示された従来の変調コードグループのコードワードを用いる時よりDC抑圧制御のできる可能性をより高めて、コードストリームのDC成分を効果的に抑圧できることが分かる。

【0049】次は図3A及び図3Bに図示された方法により生成した図4ないし図7に図示されたコード変換テーブルを利用してRLCコードの変復調方法を説明する。

【0050】本発明による変調方法の一実施形態による流れ図である図10A及び図10Bにおいて、最初に次のコードグループを示すパラメータNCGは一例として1であり、変数nは0として初期化して(図10AのS201段階)、変数nを1増加させる(S202段階)。同期コードを挿入することかを判断して(S203段階)、同期を挿入する時点であればDC抑圧することに有利な同期パターンを挿入する同期挿入ルーチンを遂行した後(S204段階)、変数nを1増加させるS202段階に戻る。同期次に来るコードワードは特定コードワードグループで探さなければならないという規定が必要である。したがって、本発明の一実施形態では同期次に来るコードワードを指定するNCGは2とし、次に来るデータに対するコードワードはMCG2で探す。

【0051】S203段階で判断結果が同期を挿入する時点でなければ、1バイトのデータdt[n]を読み込みながらレジスタのような貯蔵手段に一時貯蔵する(S205段階)。ここで、変調する時点はn-1であり、変調が既に終わった時点はn-2であり、次に変調が行われる時点はnだと仮定する。

【0052】2バイト以上(n≥2)データを読み込めば(S206段階)、以前に入力されたデータの変調されたコードワードが有するNCG(Next Code Group:次

にくることができるコードワードが属しているコードグループを指定するパラメータ)であるNCG[n-2]を検査する(S207段階)。S207段階で検査結果がNCG[n-2]が1であれば、現在変調しようとするデータdt[n-1]に該当するコードワードをMCG2で探し、見つけられたコードワードをcod2(dt[n-1])に示して、変調が既に終わった以前コードワードmc[n-2]と現在変調しようとするコードワードcod2(dt[n-1])間にランレングス(d, k)条件を違反しないのか検査する(S208段階)。これを図面ではrll_check(mc[n-2], cod2(dt[n-1]))=(d, k)に図示している。本発明で用いた(d, k)条件はd=1であり、k=8である。また、図示されたcod1(dt[n-1])は入力データの変調されるコードワードをMCG1で探して、cod2(dt[n-1])は入力データの変調されるコードワードをMCG2で探して、cod3(dt[n-1])は入力データの変調されるコードワードをDCG1で探して、cod4(dt[n-1])は入力データの変調されるコードワードをDCG2で探して、cod5(dt[n-1])は入力データの変調されるコードワードを第1DSVコードグループからコードワードを探して、cod6(dt[n-1])は入力データの変調されるコードワードを第2DSVコードグループからコードワードを探して、cod7(dt[n-1])は入力データの変調されるコードワードを第3DSVコードグループからコードワードを探すことを意味する。

【0053】S208段階で検査結果がランレングスを違反すれば、現在変調するデータdt[n-1]はMCG1にあるコードワードでのみ変調が可能で、NCG[n-1]は図12で定義されたとおり求める(S209段階)。

【0054】一方、図11は以前コードワードmc[n-2]と現在変調するコードワードcod2(dt[n-1])間にランレングス(d, k)条件を違反しない場合、現在変調したコードワードmc[n-1]が指定する次のコードグループを示すNCG[n-1]を定義したテーブルとして、図10Aではncgdet(mc[N-1])に示している。

【0055】NCG[n-1]の値はいずれか一つの変換コードグループ(MCG1、MCG2、DCG1またはDCG2)で変調された以前コードワードのエンドゼロ数EZによって変わるが、EZが0であればNCG[n-1]は2(主変換コードグループMCG2を示す)であり、EZが1以上であり3以下であればNCG[n-1]は現在コードワードSR1の特定ビットを検査して3(重複コード復調用変換コードグループDCG1を示す)または4(重複コード復調用変換コードグループDCG2を示す)になって、EZが3を超過すればNCG[n-1]は1(主変換コードグループMCG1を示す)

10

20

30

40

50

である。

【0056】図12は現在変調したコードワード $mc[n-1]$ が指定する次のコードグループを示す $NCG[n-1]$ を定義した例外的なテーブルであり、以前コードワードが $MCG1$ にある場合そのコードワードが $100xxxxx10$ であるか $1001xxxxxx10$ の場合 EZ は1であるにもかかわらず、 $NCG[n-1]$ は3または4ではない1であることを図10Aでは $ncgdet*(mc[n-1])$ に示している。

【0057】 $NCG[N-1]$ はいずれか一つの変換コードグループ($MCG1$ 、 $MCG2$ 、 $DCG1$ または $DCG2$)で変調された以前コードワードのエンドゼロ数 EZ によって変わるが、すなわち、 EZ が0であれば $NCG[n-1]$ は2(主変換コードグループ $MCG2$ を示す)であり、 EZ が1以上であり3以下であれば $NCG[n-1]$ は現在コードワード $SR1$ の特定ビットを検査して3(重複コード復調用変換コードグループ $DCG1$ を示す)または4(重複コード復調用変換コードグループ $DCG2$ を示す)になって、但し、 $MCG1$ 内のコードワード中 $1000xxxxxx10$ または $1001xxxxxx10$ であるコードワードの $NCG[n-1]$ は1であり、 EZ が3を超過すれば $NCG[n-1]$ は1(主変換コードグループ $MCG1$ を示す)である。

【0058】図13は以前コードワードがいずれか一つの DSV コードグループで変調されて、現在変調したコードワード $mc[n-1]$ が指定する次のコードグループを示す $NCG[n-1]$ を定義したテーブルであって、図10Aでは $ncgdet**(mc[n-1])$ に示している。

【0059】 $NCG[N-1]$ は DSV コードグループから変調された以前コードワード $SR0$ のエンドゼロ数 EZ によって変わるがすなわち、 EZ が0以上で7以下であれば現在コードワード $SR1$ の特定ビット値によって $NCG[n-1]$ は3(重複コード復調用変換コードグループ $DCG1$ を示す)または4(重複コード復調用変換コードグループ $DCG2$ を示す)になって、 EZ が8であれば $NCG[n-1]$ は1(主変換コードグループ $MCG1$ を示す)である。

【0060】すなわち、以前コードワード $SR0$ が変換コードグループ($MCG1$ 、 $MCG2$ 、 $DCG1$ 、 $DCG2$)で発見されたとすれば、 NCG を図11または図12で定義されたとおりに求め、以前コードワード $SR0$ が DC 抑圧制御用コードグループ(第1 DSV コードグループ、第2 DSV コードグループ、第3 DSV コードグループ)で発見されたとすれば、 NCG を図13で定義されたとおりに求める。但し、以前コードワード $SR0$ が DC 抑圧制御用コードグループ(第1 DSV コードグループ、第2 DSV コードグループ、第3 DSV コードグループ)で発見されたとすれば $SR0$ のエンドゼロ数を検査して8の場合は NCG は1($MCG1$ を示す)で

あり、そうでなければ現在コードワード $SR1$ の特定ビットを検査して NCG が3($DCG1$ を示す)または4($DCG2$ を示す)になる。

【0061】図10Aの $S208$ 段階で検査結果がランレングスを違反しなければ、現在変調するデータ $dt[n-1]$ に該当するコードワードを $MCG1$ とは対を形成して DC 抑圧のできるコードグループ $MCG2$ で探し現在変調するコードワードの次のコードグループを示す $NCG[n-1]$ を図11で定義されたとおりに臨時的に求めた後($S210$ 段階)、現在変調するコードワード $cod2(dt[n-1])$ と $NCG[n-1]$ が指定するコードグループで変調する次のコードワード $codNCG[n-1](dt[n])$ に該当するコードワードとのランレングスを違反したか否かを検査する($S211$ 段階)。

【0062】 $S211$ 段階で検査結果がランレングスを違反すれば $dt[n-1]$ は $MCG1$ にあるコードワードでのみ変調が可能で、 $NCG[n-1]$ は図12で定義されたとおりに求める $S209$ 段階を遂行して、ランレングスを違反しなければ $dt[n-1]$ は $MCG1$ または $MCG2$ 内のコードワードに変調可能で、どのコードグループ内のコードワードに変調することかは DC 抑圧に有利なものを選択する($S212$ 段階)。 DC 抑圧に有利な条件に選択するという表現は図面で $DCC(cod1(dt[n-1]), cod2(dt[n-1]))$ に示されている。また、 $S212$ 段階で決定されたコードグループとコードワードによってすなわち、 $dt[n-1]$ が $MCG1$ 内で決定されると $NCG[n-1]$ は図12により決定され、 $MCG2$ 内で決定されると $NCG[n-1]$ は図11により決定される。

【0063】 $S207$ 段階で検査結果が $NCG[n-2]$ が2であれば現在変調しようとするデータ $dt[n-1]$ が102より小さいかを判断する($S213$ 段階)。 $S213$ 段階で判断結果が $dt[n-1]$ が101より大きければ該当するコードワードを $MCG2$ で探し、これを $cod2(dt[n-1])$ に表現したし、 $NCG[n-1]$ は図11で定義されたとおりに求める($S214$ 段階)。 $S213$ 段階で判断結果が $dt[n-1]$ が101以下であれば変調が既に終わった以前コードワード $mc[n-2]$ と第1 DSV コードグループ内で $dt[n-1]$ に該当するコードワードである $cod5(dt[n-1])$ 間に (d, k) ランレングス条件を違反しないのか検査し($S215$ 段階)、これは図面で $rl1\_check((mc[n-2], cod5(dt[n-1])) = (d, k))$ に示されている。

【0064】 $S215$ 段階で検査結果がランレングスを違反すれば $dt[n-1]$ は $MCG2$ にあるコードワードでのみ変調が可能で、 $NCG[n-1]$ は図11で定義されたとおりに求める $S214$ 段階を遂行する。 $S215$ 段階で検査結果がランレングスを違反しなければ $dt[n$

−1)に該当するコードワードをMCG2とは対を形成してDC抑圧のできる第1DSVコードグループから探してNCG[n−1]を図13で定義されたとおりに臨時的に求めた後(S216段階)、cod5(dt[n−1])と、NCG[n−1]が指定するコードグループで変調する次のコードワードcodNCG[n−1](dt[n])とのランレングスを違反したか否かをチェックする(S217段階)。

【0065】S217段階で検査結果がランレングスを違反すれば、dt[n−1]はMCG2にあるコードワードでのみ変調が可能で、NCG[n−1]は図11で定義されたとおりに求めるS214段階を遂行して、ランレングスを違反しなければdt[n−1]はMCG2と第1DSVコードグループ内のコードワードに変調可能で、どのコードグループ内のコードワードに変調することかはDC抑圧に有利なものを選択する(S218段階)。DC抑圧に有利な条件に選択するという表現をDCC(cod2dt[n−1]、cod5dt[n−1])とした。ここで、決定されたコードグループとコードワードによって、すなわち、dt[n−1]がMCG2内で決定されるとNCG[n−1]は図11により決定され第1DSVコードグループ内で決定されるとNCG[n−1]は図13により決定される。

【0066】S207段階で検査結果がNCG[n−2]が3であれば現在変調しようとするデータdt[n−1]が2より小さいかをチェックする(図10BのS219段階)。S219段階で検査結果がdt[n−1]が2より大きければ該当するコードワードをDCG1で探し、cod3(dt[n−1])に表現したし、NCG[n−1]は図11で定義されたとおりに求める(S220段階)。S219段階で検査結果がdt[n−1]が2以下であれば変調が既に終わった以前コードワードmc[n−2]と第2DSVコードグループ内でdt[n−1]に該当するコードワードであるcod6(dt[n−1])間に(d、k)ランレングス条件を違反しないのかチェックして(S221段階)、これを図面ではrll_check(mc[n−2]、cod6(dt[n−1]))=(d、k)に示している。

【0067】S221段階で検査結果がランレングスを違反すれば、dt[n−1]はDCG1にあるコードワードでのみ変調が可能で、NCG[n−1]は図11で定義されたとおりに求めるS220段階を遂行して、ランレングスを違反しなければdt[n−1]に該当するコードワードをDCG1とは対を形成してDC抑圧のできる第2DSVコードグループから探してNCG[n−1]を図13で定義されたとおりに臨時的に求めた後(S222段階)、cod6(dt[n−1])とNCG[n−1]が指定するコードグループで変調する次のコードワードcodNCG[n−1](dt[n])とランレングスを違反したのか否かをチェックする(S223段階)。

【0068】S223段階で検査結果がランレングスを違反すれば、dt[n−1]はDCG1にあるコードワードでのみ変調が可能で、NCG[n−1]は図11で定義されたとおりに求めるS220段階を遂行して、ランレングスを違反しなければdt[n−1]はDCG1と第2DSVコードグループ内のコードワードに変調可能で、どのコードグループ内のコードワードに変調することかはDC抑圧に有利なものを選択する(S224段階)。DC抑圧に有利な条件に選択するという表現をDCC(cod3(dt[n−1])、cod6(dt[n−1]))とした。ここで、決定されたコードグループとコードワードによって、すなわち、dt[n−1]がDCG1内で決定されるとNCG[n−1]は図11により決定され第2DSVコードグループ内で決定されるとNCG[n−1]は図13により決定される。

【0069】S207段階で検査結果がNCG[n−2]が4であれば、現在変調しようとするデータdt[n−1]が4より小さいかをチェックする(S225段階)。S225段階で検査結果がdt[n−1]が3より大きければ該当するコードワードをDCG2で探して、cod4(dt[n−1])に表現したし、NCG[n−1]は図11で定義されたとおりに求める(S226段階)。

【0070】S225段階で検査結果がdt[n−1]が3以下であれば変調が既に終わった以前コードワードmc[n−2]と第3DSVコードグループ内でdt[n−1]に該当するコードワードであるcod7(dt[n−1])間に(d、k)ランレングス条件を違反しないのかチェックする(S227段階)。これを図面ではrll_check(mc[n−2]、cod7(dt[n−1]))=(d、k)に示している。

【0071】S227段階で検査結果がランレングスを違反すれば、dt[n−1]はDCG2にあるコードワードでのみ変調が可能で、NCG[n−1]は図11で定義されたとおりに求めるS226段階を遂行する。ランレングスを違反しなければdt[n−1]に該当するコードワードをDCG2とは対を形成してDC抑圧のできるコードグループ第3DSVコードグループから探してNCG[n−1]を図13で定義されたとおりに臨時的に求めた後(S228段階)、cod7(dt[n−1])とNCG[n−1]が指定するコードグループで変調する次のコードワードcodNCG[n−1](dt[n])とランレングスを違反したのか否かをチェックする(S229段階)。

【0072】S229段階で検査結果がランレングスを違反すれば、dt[n−1]はDCG2にあるコードワードでのみ変調が可能で、NCG[n−1]は図11で定義されたとおりに求めるS226段階を遂行する。ランレングスを違反しなければdt[n−1]は、DCG2と第3DSVコードグループ内のコードワードに変調可能で、どのコードグループ内のコードワードに変調することかはDC抑圧に有利なものを選択する(S230段階)。

DC抑圧に有利な条件に選択するという表現をDCC (cod4(dt[n-1]), cod7(dt[n-1]))とした。ここで、決定されたコードグループとコードワードによって、すなわち、dt[n-1]がDCG2内で決定されるとNCG[n-1]は図11により決定され、第3DSVコードグループ内で決定されるとNCG[n-1]は図13により決定される。

【0073】現在入力されたデータの変調が終われば終わりデータであるのかを判断して(S231段階)、終わりデータであれば終了し、そうでなければS202段階に戻る。

【0074】本発明による復調方法の一実施形態による流れ図である図14A及び図14Bにおいて、NCG値を初期値(ここでは1)で、変数nも0にセッティングして(図14AのS301段階)、変数nは1ずつ増やして(S302段階)、シフトレジスタ(図示せず)を利用して新しいコードワードを入力して貯蔵する(S303段階)。ここで、現在復調しようとするコードワードが貯蔵されたシフトレジスタ値をSR1といって、復調が既に終わった以前コードワードが貯蔵されたシフトレジスタ値をSROといって、次に復調するコードワードが貯蔵されたシフトレジスタ値をSR2という。

【0075】nが2以上であるのかを判断して(S304段階)、nが1以下であれば新しいコードワードのみ入力受けてnは1増加するS302段階に戻る。S304段階で判断結果がnが2以上であれば以前コードワードSROが同期信号SYNCであるのか判断し(S305段階)、同期信号であれば同期保護及び内挿する同期復元ルーチンを遂行し(S306段階)、nを1増加させるS302段階に戻る。

【0076】S305段階で判断結果が同期信号でなければnが3以上であるのかを判断して(S307段階)、nが3以上であれば復調しようとするコードワードSR1が属しているコードグループを捜し出すNCG判別過程(S308段階ないしS316段階)を遂行し、そうでなければ復調過程(図14BのS317段階ないしS322段階)に進む。

【0077】すなわち、以前コードワードSROがいずれか一つの変換コードグループ(MCG1、MCG2、DCG1またはDCG2)に属しているコードワードであるのかを判断して(S308段階)、SROが主変換コードグループMCG1、MCG2または重複コードワード復調用変換コードグループDCG1、DCG2に属しているコードワードであれば以前コードワードSROのエンドゼロ数を検査する(S309段階)。

【0078】S309段階で検査結果が以前コードワードSROのEZ値が最小ランレングスdより小さければすなわち、0である時は現在復調しようとするコードワードが属しているコードグループを示すNCGをMCG2または第1DSVコードグループを示す2に更新する

(S310段階)。EZが最小ランレングスdと同じか大きくて、コードワードの重複パラメータyより小さかったり同じならばすなわち、 $1 \leq EZ \leq 3$ の場合は以前コードワードSROがNCGは1に属しながらEZは1の場合に以前コードワードSROの上位4ビットが8

(1000b)または9(1001b)であるのかを検査する(S311段階)。S311段階で検査結果がNCGは1に属しながらEZは1の場合以前コードワードSROの上位4ビットが8(1000b)または9(1001b)ではなければ復調しようとするコードワードSR1のあらゆるビットを検査して(S312段階)、復調しようとするコードワードSR1のリードゼロ数LZが0または4以上であれば、現在復調しようとするコードワードが属しているコードグループを示すNCGを3(DCG1または第2DSVコードグループ)に更新し(S313段階)、復調しようとするコードワードのLZが1、2または3であれば現在復調しようとするコードワードが属しているコードグループを示すNCGを4(DCG2または第3DSVコードグループ)に更新する(S314段階)。S311段階で検査結果が以前コードワードSROのコードワードがMCG1に属しながらEZは1であり、上位4ビットが8(1000b)または9(1001b)であるかS309段階で検査結果が以前コードワードSROのEZ値が重複パラメータyより大きければ現在復調しようとするコードワードが属しているコードグループを示すNCGを1(MCG1またはMCG2)に更新する(S315段階)。

【0079】S308段階で判断結果が変換コードグループMCG1、MCG2、DCG1またはDCG2に属していないと以前コードワードSROのエンドゼロ数が8であるのかを検査して(S316段階)、8であれば現在復調しようとするコードワードが属しているコードグループを示すNCGを1に更新するS315段階に進み、そうでなければ復調するコードワードSR1のビットを検査するS312段階に進む。

【0080】このように更新されたNCGが指示するコードグループに復調しようとするコードワードが二個存在しているかを検査する(図14BのS317段階)。S317段階で検査結果が同一なコードワードが二個存在すれば次のコードワードSR2のビットを検査して(S318段階)、次のコードワードのLZが0または4以上であれば現在復調しようとするコードは同一なコードワード中最初コードワードであることを確認してこれに対応する元来データに復調し(S319段階)、次のコードワードのLZが1、2または3であれば現在復調しようとするコードは同一なコードワード中二番目コードワードであることを確認してこれに対応する元来データに復調する(S320段階)。

【0081】S317段階で検査結果が更新されたNCGが指示するコードグループに復調しようとするコード

ワードSR1が一つのみ存在すれば更新されたNCGが指示するコードグループで現在復調しようとするコードワードSR1に対応する元データに復調する（S321段階）。

【0082】現在復調しようとするコードワードSR1の復調が完了されると最後コードワードであるのかを判断して（S322段階）、終わりデータであれば終了し、そうでなければ、nを1増加させる図14AのS302段階に戻る。

【0083】

【発明の効果】上述したように、本発明はデータ変調用変換コードグループのコードワードの特性（例：CSV及びINVパラメータ）を最大に利用してDC抑圧制御用DSVコードグループを生成することによってDC抑圧能力を増加させる効果がある。

【0084】本発明は、データ変調用変換コードグループとは別途のコードワードを有しながら変換コードグループのコードワード特性、すなわち、コードワード内のDC値を示すパラメータであるCSVの符号と次のコードワードのDSV遷移方向を予測するパラメータであるINVの特徴を最大に利用しながらも変換コードグループとは重複コードワード生成条件や使用可能なコードワードの条件を緩和してDC抑圧制御のできる可能性を一層高めることによって、コードストリームのDC成分を追加的に抑圧させることができる効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】 従来の変調コードグループ形態の例を見せた図面である。

【図2】 従来のコードグループとそれに属しているコードワードの特徴を見せたテーブルである。

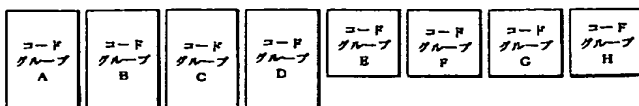
【図3A】 本発明に適用されるRLCコードのためのコードグループ生成方法の流れ図である。

【図3B】 本発明に適用されるRLCコードのためのコードグループ生成方法の流れ図である。

【図4A】 図3A及び図3Bに図示された生成方法により生成した主変換コードグループMCG1、MCG2と重複コード復調用変換コードグループDCG1、DCG2を見せたテーブルである。

【図4B】 図3A及び図3Bに図示された生成方法により生成した主変換コードグループMCG1、MCG2と重複コード復調用変換コードグループDCG1、DCG2を見せたテーブルである。

【図1】



【図4C】 図3A及び図3Bに図示された生成方法により生成した主変換コードグループMCG1、MCG2と重複コード復調用変換コードグループDCG1、DCG2を見せたテーブルである。

【図4D】 図3A及び図3Bに図示された生成方法により生成した主変換コードグループMCG1、MCG2と重複コード復調用変換コードグループDCG1、DCG2を見せたテーブルである。

【図4E】 図3A及び図3Bに図示された生成方法により生成した主変換コードグループMCG1、MCG2と重複コード復調用変換コードグループDCG1、DCG2を見せたテーブルである。

【図5】 主変換コードグループMCG2と対を形成してDC抑圧制御を遂行する第1DSVコードグループを見せたテーブルである。

【図6】 重複コード復調用変換コードグループDCG1と対を形成してDC抑圧制御を遂行する第2DSVコードグループを見せたテーブルである。

【図7】 重複コード復調用変換コードグループDCG2と対を形成してDC抑圧制御を遂行する第3DSVコードグループを見せたテーブルである。

【図8】 図3A及び図3Bに図示された生成方法により生成した本発明で用いられるコードグループとそれに属しているコードワードの特徴を見せたテーブルである。

【図9】 本発明で提案するコードグループのコードワードを用いる場合DC抑圧改善効果を見せた図面である。

【図10A】 本発明による変調方法の一実施形態による流れ図である。

【図10B】 本発明による変調方法の一実施形態による流れ図である。

【図11】 図10Bに図示された $ncgdet(m_c[n-1])$ の定義を見せたテーブルである。

【図12】 図10Bに図示された $ncgdet^*(m_c[n-1])$ の定義を見せたテーブルである。

【図13】 図10Bに図示された $ncgdet^{**}(m_c[n-1])$ の定義を見せたテーブルである。

【図14A】 本発明による復調方法の一実施形態による流れ図である。

【図14B】 本発明による復調方法の一実施形態による流れ図である。

【図13】

	$0 \leq EZ \leq 7$	$EZ=8$
$NCG[n-1]$	3 or 4	1

【図2】

NCC	1		2		3		4	
	変換コード グループ	MCG1とDC 抑圧制御のできる DC抑圧用 コードグループ	変換コード グループ	MCG2とDC 抑圧制御のできる DC抑圧用 コードグループ	変換コード グループ	DCG1とDC 抑圧制御のできる DC抑圧用 コードグループ	変換コード グループ	DCG2とDC 抑圧制御のできる DC抑圧用 コードグループ
特徴	MCG1	第1DSV コードグループ	MCG2	第2DSV コードグループ	DCG1	第3DSV コードグループ	DCG2	第4DSV コードグループ
	LZ=2~9	LZ=2~9	LZ=0~1	LZ=0~1	b15 (MSB)=b3=0	b15 (MSB)=b3=1	b15 (MSB)=1 OR b3=1	

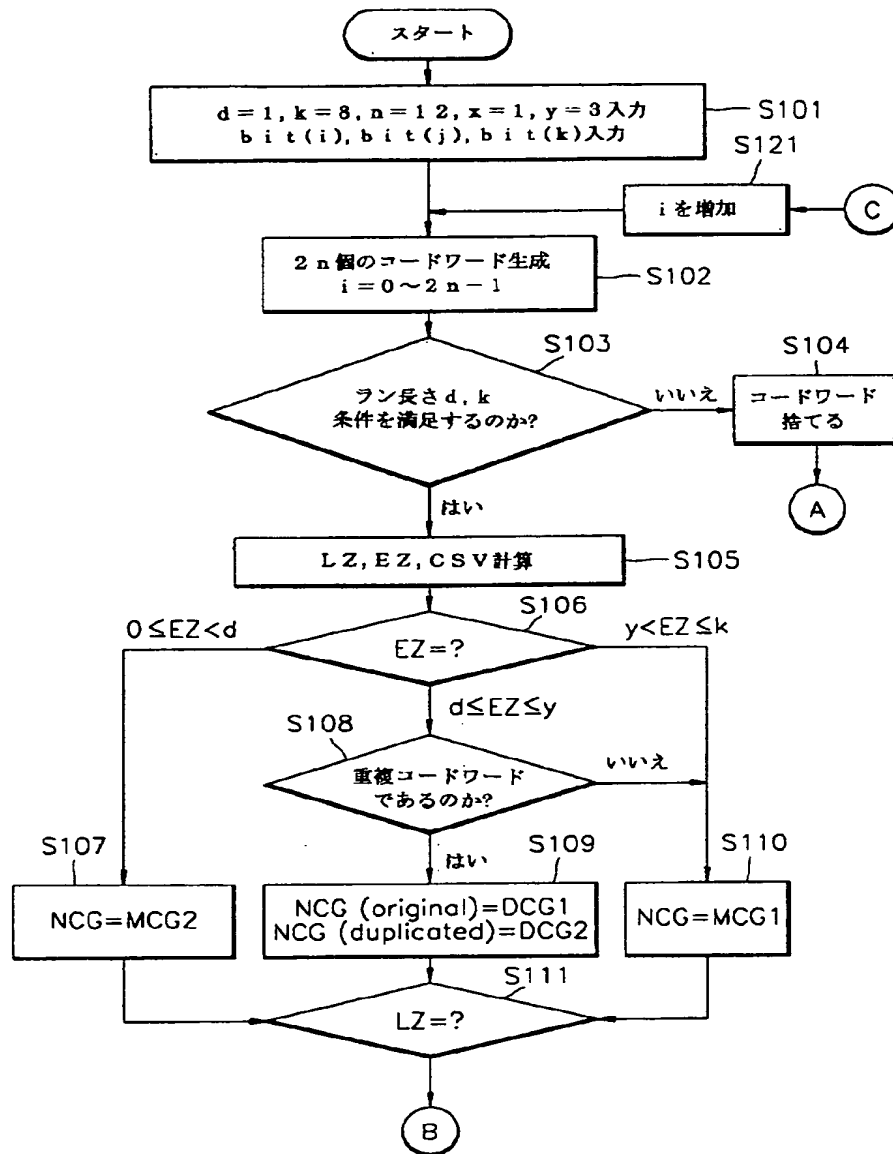
E Z = 2 ~ 5 であるコードワードはすべて重複生成

重複コード
生成方法

【图8】

NCG	1		2		3		4	
	変換コード グループ	MCG1と DC抑圧線の できるDC 抑圧用 コードグループ	変換コード グループ	MCG2と DC抑圧線の できるDC 抑圧用 コードグループ	変換コード グループ	DCG1と DC抑圧線の できるDC 抑圧用 コードグループ	変換コード グループ	DCG2と DC抑圧線の できるDC 抑圧用 コードグループ
特徴	MCG1	MCG2	MCG2	第1DSV コードグループ	DCG1	第2DSV コードグループ	DCG2	第3DSV コードグループ
	LZ=0~1	LZ=1~7	LZ=1~7	LZ=1~8	LX=0,4,5	LZ=0,6,7	LZ=1~3	LZ=1~3
重複コード 生成方法	1000#####10 または 1001#####10	EZ=1~3で あるコードワード は皆重複生成	EZ=1~3で あるコードワード は皆重複生成	EZ=0~7で あるコードワード は皆重複生成	EZ=1~3で あるコードワード は皆重複生成	EZ=0~7で あるコードワード は皆重複生成	EZ=1~3で あるコードワード は皆重複生成	EZ=0~7で あるコードワード は皆重複生成
	1001#####10 またはEZ=1~3で あるコードワード は皆重複生成							

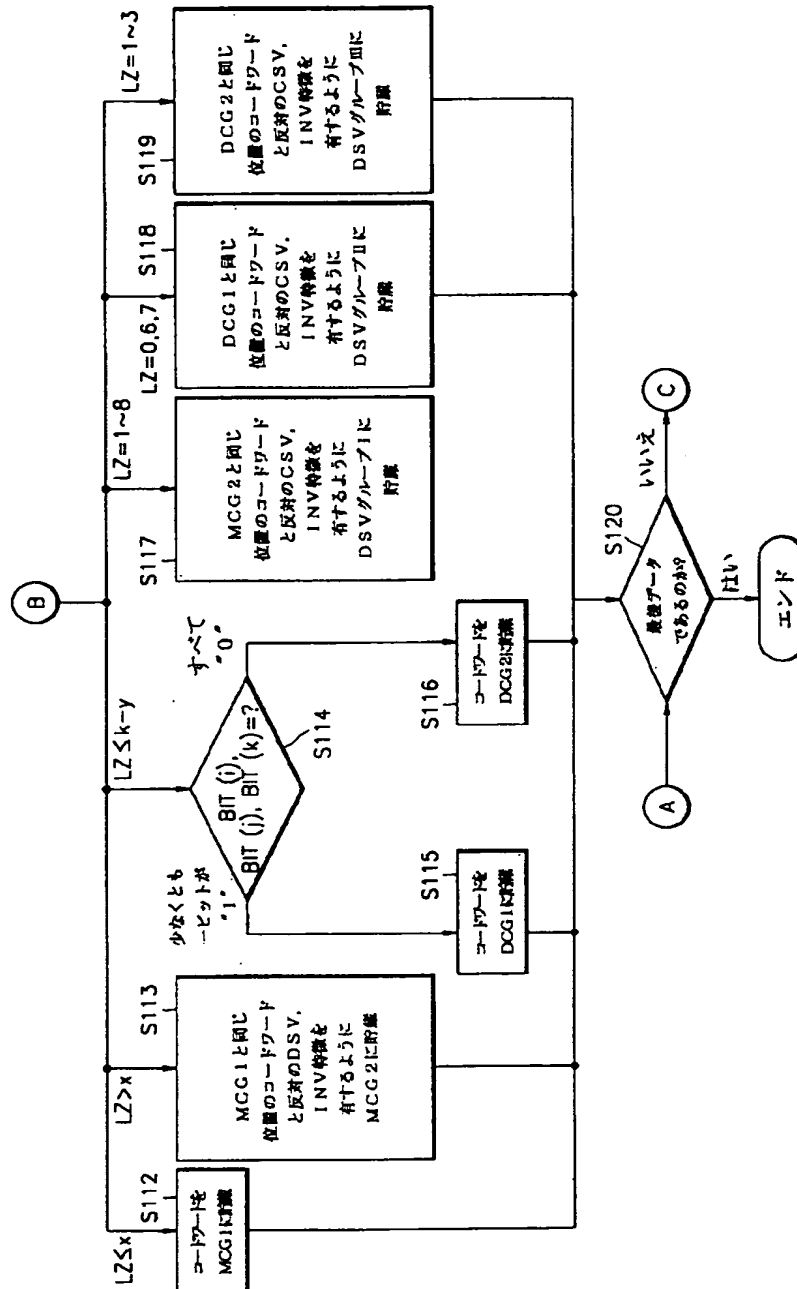
【図3A】



【図11】

	EZ=0	1 ≤ EZ ≤ 3	EZ > 3
NCG[n-1]	2	3 or 4	1

【図 3 B】



【図4A】

表1a:主変換コードグループMCG1, MCG2と
重複コード復調用変換コードグループ
DCG1, DCG2

Data Symbol	MCG1				MCG2				DCG1				DCG2			
	MSB	Code Word	LSB	NOG	MSB	Code Word	LSB	NOG	MSB	Code Word	LSB	NOG	MSB	Code Word	LSB	NOG
000		101010000000		1		001010000000		1		101010000000		1		001010000000		1
001		100101000000		1		000101000000		1		100101000000		1		000101000000		1
002		100010100000		1		000010100000		1		100010100000		1		010000000010		3
003		100001010000		1		000001010000		1		100001010000		1		010000000010		4
004		100000101000		3		000000101000		3		100000101000		3		010000001000		3
005		100000010100		4		000000010100		4		100000010100		4		010000010001		2
006		100000001010		3		000000001010		3		100000001010		3		010000010010		3
007		100000000100		4		000000000100		4		100000000100		4		010000010010		4
008		100000000010		2		001001000000		1		100000000010		2		001001000000		1
009		100000000001		2		000100100000		1		100000000001		2		000100100000		1
010		010101000000		1		000010010000		3		100001000000		3		010101000000		1
011		010010100000		1		000001001000		3		100001000000		4		010101000000		1
012		010001010000		1		000001001000		4		100100100000		1		010001010000		1
013		010000101000		3		000000100100		3		100000001010		2		010000101000		3
014		010000010100		4		000000010010		4		100010100001		2		010000010100		3
015		010000001010		3		000000001010		3		100001010001		2		010000001010		4
016		010000000100		4		000000000100		4		100000101010		3		010000000100		3
017		010000000010		3		010100010100		3		100101000001		2		010000000010		3
018		010000000001		4		010100010100		4		100001001010		3		010000000001		4
019		010000000000		2		010100000100		3		100000100101		3		010000000000		2
020		010000000000		3		001010000001		2		100000101001		2		001010000001		2
021		010000000000		4		000101000001		2		100010000101		3		000101000001		2
022		010010000000		1		001010100000		1		100010010010		3		001010100000		1
023		010100000001		2		001000000001		2		100010100010		3		001000000001		2
024		010101000001		2		000101000001		2		101010000001		2		010001000010		3
025		101001000000		1		010100001010		4		100000010101		2		010100001010		3
026		101000000001		2		001000000010		3		101000000001		2		001000000010		3
027		100101000001		2		000001010001		2		100001000010		3		010000100010		4
028		100100100000		1		010100000101		2		000010010000		1		010100000101		2
029		100010100001		2		000000101001		2		100000010010		3		010000100100		3
030		100010010000		1		010001000000		1		100010010000		1		010001000000		1
031		100001010001		2		000000010101		2		100000010001		3		010000100100		4
032		100001001000		3		001010101000		3		000001001000		3		001010101000		3
033		100001001000		4		001010101000		4		000001001000		4		001010101000		4
034		100000101001		2		010010000001		2		100010000010		3		010010000001		2
035		100000100100		3		001010010100		3		100000100100		3		001010010100		3
036		100000100100		4		001010010100		4		100000100100		4		001010010100		4
037		100000010101		2		001010000010		3		100010000000		1		001010000010		3
038		100000010010		1		001010001010		3		100000010010		4		001010001010		3
039		100000000101		2		001010001010		4		100000000101		2		001010000001		4
040		100000000100		3		001010000010		4		100000000100		3		001010000010		4
041		100000000100		4		001001000001		2		100000000100		4		001001000001		2
042		010101000001		2		000101000010		3		100101010101		3		000101000010		3
043		010100100000		1		001010000101		2		100100000010		3		001010000010		2
044		010010100001		2		000101000010		4		100100001010		3		000101000010		4
045		010010010000		1		001000100000		1		100100010010		3		001000100000		1
046		010001010001		2		000100100001		2		100100100010		3		000100100001		2
047		010001001000		3		000101010100		3		100100101010		3		000101010100		3
048		010001001000		4		000101010100		4		100101000010		3		000101010100		4
049		010000101001		2		000010100010		3		000010100010		3		010000101001		2
050		010000100100		3		000101001010		3		100101001010		3		000101001010		3
051		010000100100		4		000101001010		4		100101001010		3		000101001010		4
052		010000010101		2		000010100010		4		000010100010		4		010000010101		2
053		010000010010		3		000010100010		2		000001000000		1		000101000010		2
054		010000010010		4		000100010000		1		000001000001		2		000100010000		1
055		010000001001		2		000010101010		3		000010101010		3		010000001001		2
056		010000000100		3		000010010001		2		000010010001		2		010000000100		3
057		010000000100		4		000001010010		3		000001010010		3		010000000100		4
058		010100000010		3		001000000010		4		000001000010		3		001000000010		4
059		010100000010		4		000100000001		2		000001000010		4		000100000001		2
060		010100101000		3		001001010000		1		000001000100		3		001001010000		1

【図12】

	EZ=0	1≤EZ≤3	EZ>3
NCG[n-1]	2	例外:MCG1内のコードワード中1000xxxxx10 または10011xxxxx10であるコードワードの NCG[n-1]は1である	1

【図4B】

表1b:主変換コードグループMCG1, MCG2と
重複コード復調用変換コードグループ
DCG1, DCG2

Data Symbol	MCG1			MCG2			DCG1			DCG2		
	Code Word	MSB	LSB	Code Word	MSB	LSB	Code Word	MSB	LSB	Code Word	MSB	LSB
061	010100101000	4	1	001000101000	3	4	000001000100	4	2	001000101000	3	4
062	010101010000	1	3	001000101000	4	4	000001000101	2	3	001000101000	4	2
063	101010101000	3	4	000010101010	4	4	101010101000	3	2	010000100101	2	3
064	101010101000	4	2	000010100101	2	3	101010101000	4	3	010000101010	3	4
065	101010100000	1	3	001000010100	3	4	101010100000	1	3	001000010100	4	2
066	101010010100	3	4	000010001000	3	4	101010010100	3	4	010000101010	3	4
067	101010010100	4	2	000010001000	4	2	101010010100	4	2	010000100100	4	2
068	101010001010	3	4	000010101010	2	3	101010001010	3	4	010001000100	4	2
069	101010001010	4	2	000010001000	3	4	101010001010	4	2	010001000100	3	4
070	101010000101	2	3	000001000100	4	2	101010000101	2	3	010001000100	4	2
071	101010000101	3	4	000001000100	4	2	101010000101	3	4	010001000100	2	3
072	101010000010	4	2	000001000100	2	3	101010000010	4	2	010001000100	3	4
073	101001010000	1	3	001000010100	4	2	101001010000	1	3	001000010100	4	2
074	101001000001	2	3	000000010100	3	4	101001000001	2	3	001000010100	3	4
075	101000101000	3	4	001000001010	3	4	101000101000	3	4	001000001010	3	4
076	101000101000	4	2	001000001010	4	2	101000101000	4	2	001000001010	4	2
077	101000100000	1	3	000000100010	3	4	101000100000	1	3	001000100010	4	2
078	101000010100	3	4	001000000101	2	3	101000010100	3	4	001000000101	2	3
079	101000010100	4	2	000010000000	1	3	101000010100	4	2	001000101010	2	3
080	101000001010	3	4	001001000000	1	3	101000001010	3	4	001001000000	1	3
081	101000001010	4	2	001001000000	3	4	101000001010	4	2	001001000000	3	4
082	101000000101	2	3	001001000000	4	2	101000000101	2	3	001001000000	4	2
083	101000000010	3	4	001010100001	2	3	101000000010	3	4	001010100001	2	3
084	101000000010	4	2	001010100001	2	3	101000000010	4	2	001010100001	2	3
085	100101010100	3	4	000000100010	4	2	100101010100	3	4	000000100010	4	2
086	100101010100	4	2	000000100010	2	3	100101010100	4	2	000000100010	3	4
087	100101000101	1	3	010101000100	3	4	100101000101	1	3	010101000100	3	4
088	100101000101	2	3	010101000100	4	2	100101000101	2	3	010101000100	4	2
089	100101000010	1	3	000000101010	4	2	100101000010	1	3	000000101010	4	2
090	100100100001	2	3	000000100101	2	3	100100100001	2	3	000000100101	2	3
091	100100010000	1	3	010100100100	3	4	100100010000	1	3	010100100100	3	4
092	100100000001	2	3	001000010101	2	3	100100000001	2	3	001000010101	2	3
093	100010101010	1	3	010100100100	4	2	100010101010	1	3	010100100100	4	2
094	100010101010	2	3	010100100100	3	4	100010101010	2	3	010100100100	3	4
095	100010100010	1	3	010100100101	2	3	100010100010	1	3	010100100101	2	3
096	100010100010	2	3	010100100101	2	3	100010100010	2	3	010100100101	2	3
097	100010001000	3	4	010100010010	4	2	100010001000	3	4	010100010010	4	2
098	100010001000	4	2	010100010010	2	3	100010001000	4	2	010100010010	2	3
099	100010000000	1	3	001000100100	3	4	100010000000	1	3	001000100100	3	4
100	100001010101	2	3	010010101000	3	4	100001010101	2	3	010010101000	3	4
101	100001010101	1	3	010100010101	2	3	100001010101	1	3	010100010101	2	3
102	100001001001	2	3	010100000100	3	4	100001001001	2	3	010100000100	3	4
103	100001000100	3	4	010010101000	4	2	100001000100	3	4	010010101000	4	2
104	100001000100	4	2	010010101000	3	4	100001000100	4	2	010010101000	3	4
105	100000101010	1	3	010100000100	4	2	100000101010	1	3	010100000100	4	2
106	100000100101	2	3	010010000010	3	4	100000100101	2	3	010010000010	3	4
107	100000100010	1	3	010010010100	4	2	100000100010	1	3	010010010100	4	2
108	100000010001	2	3	010010000100	3	4	100000010001	2	3	010010000100	3	4
109	100000001000	3	4	010010000010	4	2	100000001000	3	4	010010000010	4	2
110	010000000100	4	2	010001000001	2	3	010000000100	4	2	010001000001	2	3
111	010100100001	2	3	001010101001	2	3	000001001001	2	3	001010101001	2	3
112	010101000101	2	3	010010000100	4	2	000001001010	3	4	010010000100	4	2
113	010100010000	1	3	010010000101	2	3	000001001010	4	2	010010000101	2	3
114	010010100010	3	4	001010010101	2	3	000001010000	1	3	001010010101	2	3
115	010010100010	4	2	001010000100	3	4	000001010001	2	3	001010000100	3	4
116	010010100101	2	3	010000100000	1	3	000001010010	4	2	010000100000	1	3
117	010010010001	2	3	001010000100	4	2	000001010010	3	4	001010000100	4	2
118	010010001000	3	4	001010100100	3	4	000001010100	4	2	001010001000	3	4
119	010010001000	4	2	001010100100	4	2	000001010101	2	3	001010001000	4	2
120	010001010101	2	3	001010010010	3	4	000010000000	1	3	001001010010	3	4

【図7】

図2c:重複コード復調用変換コードグループ
DCG2とDCG1の圧縮率を算出する
DSVコードグループ

Data Symbol	DSV Code Group 111		
	Code Word	MSB	LSB
000	010101010101	3	4
001	010101010101	4	2
002	010100000000	1	3
003	000100000000	1	3

【図4C】

表1c:主変換コードグループMCG1,MCG2と
重複コード復調用変換コードグループ
DCG1,DCG2

Data Symbol	MCG1			MCG2			DCG1			DCG2		
	Code Word		NCG	Code Word		NCG	Code Word		NCG	Code Word		NCG
	MSB	LSB		MSB	LSB		MSB	LSB		MSB	LSB	
121	010001010010		3	001001000010		3	000010000001		2	001001000010		3
122	010001010010		4	001001000010		4	000010000010		3	001001000010		4
123	010001001001		2	001000100001		2	000010000010		4	001000100001		2
124	010001000100		3	001010001001		4	000010000100		3	001010001001		4
125	010001000100		4	001010001001		2	000010000100		4	001010001001		2
126	010000100001		2	001001010100		3	000010000101		2	001001010100		3
127	010101010100		3	001001010100		4	000010001000		3	001001010100		4
128	010101010100		4	001001001010		3	000010001000		4	001001010100		3
129	010101000010		3	000101010101		2	000010001001		2	000101010101		2
130	010101000010		4	000010100010		3	000010001010		3	000101000010		3
131	010010101010		3	001001001010		4	000010001010		4	001001001010		4
132	010010101010		4	001001000101		2	000010010010		3	001001000101		2
133	010101001010		3	001000010000		1	000010010010		4	001000010000		1
134	010101001010		4	000010101010		3	000010010100		3	000101010010		3
135	010000101010		3	000010100010		4	000010010100		4	000101000010		4
136	010000101010		4	000100100010		3	000010010101		2	000100100010		3
137	010000100101		2	000010100010		4	000010100000		1	000100100010		4
138	010000100010		3	000101010010		4	000010100001		2	000101010010		4
139	010000100010		4	000010010010		2	000010100100		3	000101000010		2
140	010000001000		3	000100010001		2	000010100101		2	000100010001		2
141	010000001000		4	000010100100		3	000010100100		4	010000001000		2
142	101010101001		2	000010100100		4	101010010001		3	010010010001		2
143	101010100100		3	000100101010		3	101010010010		2	010010010010		3
144	101010100100		4	000100101010		4	101010010010		4	000100101010		4
145	101010100001		2	000000101010		2	101010000001		2	000100001010		2
146	101010010101		3	000010010010		3	101010010101		2	010010100001		2
147	101010010010		3	000100100101		2	101010010010		3	000100100101		2
148	101010010010		4	000100001000		3	101010010010		4	000100001000		3
149	101010010000		1	000100001000		4	101010010000		1	001000100100		4
150	101010001001		2	000100001000		4	101010001001		2	000100001000		4
151	101010000100		3	000010010010		4	101010000100		3	010010100010		3
152	101010000100		4	000010001001		2	101010000100		4	010010100010		4
153	101010101000		3	000010101001		2	101010101000		3	010010100101		2
154	101001010100		4	000010010101		2	101001010100		4	010010101010		3
155	101001010001		2	001000000100		3	101001010001		2	001000000100		3
156	101001001010		3	000010000100		3	101001001010		3	010010101010		4
157	101001001010		4	000010000100		4	101001001010		4	010100000001		2
158	101001001000		3	001000010010		3	101001001000		3	001000010010		3
159	101001001000		4	001000010010		4	101001001000		4	001000010010		4
160	101001000101		2	000010000100		3	101001000101		2	010100000010		3
161	101001000010		3	000010101000		3	101001000010		3	010100000010		4
162	101001000010		4	000001010100		4	101001000010		4	010100001010		4
163	101000101001		2	001000000100		4	101000101001		2	001000000100		4
164	101000100100		3	001000001001		2	101000100100		3	001000001001		2
165	101000100100		4	000101010000		1	101000100100		4	000101010000		1
166	101000100001		2	000001001010		3	101000100001		2	010100010000		1
167	101000010101		2	000100000010		3	101000010101		2	000100000010		3
168	101000010010		3	000100101000		3	101000010010		3	000100101000		3
169	101000010010		4	000100101000		4	101000010010		4	000100101000		4
170	101000010000		1	000001000010		4	101000010000		1	010100010100		3
171	101000001001		2	000100001010		3	101000001001		2	000100001010		3
172	101000000100		3	000100000010		4	101000000100		3	000100000010		4
173	101000000100		4	000010000001		2	101000000100		4	010100001010		4
174	100101010101		2	000001001010		4	100101010101		2	010100001000		1
175	100101010010		1	000000100001		2	100101010010		4	010100000001		2
176	100101010000		1	000100010100		4	100101010000		1	000100010100		4
177	100101001001		2	010101010101		2	100101001001		2	010100101000		3
178	100101000100		3	000001000101		2	100101000100		3	010100101000		4
179	100101000100		4	000000010000		1	100101000100		4	010100101010		3
180	100101010101		1	010100100010		3	100101010101		4	010100100010		3

【図4D】

表1d:主変換コードグループMCG1, MCG2と
直複コード変調用変換コードグループ
DCG1, DCG2

Data Symbol	MCG1			MCG2			DCG1			DCG2		
	MSB	Code Word	LSB	NCG	MSB	Code Word	LSB	NCG	MSB	Code Word	LSB	NCG
181	100100101000		3	000100001010	3	100100101000		3	000100001010		3	
182	100100101000		4	000100001010	4	100100101000		4	000100001010		4	
183	100100100101		2	010100100010	4	100100100101		2	010100100010		4	
184	100100100010		1	010100100010	3	100100100010		4	010100100010		3	
185	100100010100		3	000100000101	2	100100010100		3	000100000101		2	
186	100100010100		4	000001000000	1	100100010100		4	010100101010		4	
187	100100010001		2	010101010010	4	100100010001		2	010101010010		4	
188	100100001010		1	010100010001	2	100100001010		4	010101001001		2	
189	100100001000		3	010100010001	2	100100001000		3	010100010001		2	
190	100100001000		4	010010100100	3	100100001000		4	010010100100		3	
191	100100000101		2	010100100101	2	100100000101		2	010100100101		2	
192	100100000101		1	010010100100	4	100100000101		4	010010100100		4	
193	100010101001		2	010010010010	3	100010101001		2	010010010010		3	
194	100010100100		3	010100001000	3	100010100100		3	010100001000		3	
195	100010100100		4	010100001000	4	100010100100		4	010100001000		4	
196	100010010101		2	010010010010	4	100010010101		2	010010010010		4	
197	100010010010		1	010010100101	2	100010010010		4	010010100101		2	
198	100010001001		2	010010010101	2	100010001001		2	010010010101		2	
199	100010000100		3	010010001001	2	100010000100		3	010010001001		2	
200	100010000100		4	010001010100	3	100010000100		4	010001010100		3	
201	100010000001		2	010001010100	4	100010000001		2	010001010100		4	
202	100001010100		3	010010000100	3	100001010100		3	010010000100		3	
203	100001010100		4	010010000100	4	100001010100		4	010010000100		4	
204	100001001010		1	010001000010	3	100001001010		4	010001000010		3	
205	100001000101		2	010001000010	4	100001000101		2	010001000010		4	
206	100001000010		1	010001001010	3	100001000010		4	010001001010		3	
207	100001000000		1	010000100001	2	100001000000		1	010000100001		2	
208	100000100001		2	010001001010	4	100000100001		2	010001001010		4	
209	100000010000		1	001010101010	3	100000010000		1	001010101010		3	
210	010101000100		3	001010101010	4	000001010100		3	001010101010		4	
211	010101000100		4	001010100101	2	000001010100		4	001010100101		2	
212	010100101010		3	010001000101	2	000001010100		2	010001000101		2	
213	010100101010		4	010000100000	1	000001010100		4	010000100000		1	
214	101010101010		3	001010001000	3	101010101010		3	001010001000		3	
215	101010101010		4	001010001000	4	101010101010		4	001010001000		4	
216	101010100101		2	001001001010	2	101010100101		2	001001001010		2	
217	101010100010		3	001010100010	3	101010100010		3	001010100010		3	
218	101010100010		4	001010100010	4	101010100010		4	001010100010		4	
219	101010010001		2	001001000001	2	101010010001		2	001001000001		2	
220	101010001000		3	001001000100	3	101010001000		3	001001000100		3	
221	101010001000		4	001001000100	4	101010001000		4	001001000100		4	
222	101001010101		2	001000100010	3	101001010101		2	001000100010		3	
223	101001010010		3	001000100010	3	101001010010		3	001000100010		3	
224	101001010010		4	001001010010	4	101001010010		4	001001010010		4	
225	101001000101		2	001000100010	2	101001000101		2	001000100010		2	
226	101001000100		3	001000100010	4	101001000100		3	001000100010		4	
227	101001000100		4	001000010001	2	101001000100		4	001000010001		2	
228	101000101010		3	001000101010	3	101000101010		3	001000101010		3	
229	101000101010		4	001000101010	4	101000101010		4	001000101010		4	
230	101000100101		2	001000100101	2	101000100101		2	001000100101		2	
231	101000100010		3	000101001000	3	101000100010		3	000101001000		3	
232	101000100010		4	000101001000	4	101000100010		4	000101001000		4	
233	101000010001		2	000100100100	3	101000010001		2	000100100100		3	
234	101000001000		3	001000001000	3	101000001000		3	001000001000		3	
235	101000001000		4	001000001000	4	101000001000		4	001000001000		4	
236	100101010001		2	000101010001	2	100101010001		2	000101010001		2	
237	100101001000		3	000100100100	4	100101001000		3	000100100100		4	
238	100101001000		4	000100010010	3	100101001000		4	000100010010		3	
239	100100101001		2	000100101001	2	100100101001		2	000100101001		2	
240	100100100100		3	000100010010	4	100100100100		3	000100010010		4	

【図4 E】

表1 e: 主変換コードグループMCG1, MCG2と
重複コード復調用変換コードグループ
DCG1, DCG2

Data Symbol	MCG1			MCG2			DCG1			DCG2		
	Code Word		NCG	Code Word		NCG	Code Word		NCG	Code Word		NCG
	MSB	LSB		MSB	LSB		MSB	LSB		MSB	LSB	
241	100100100100		4	000100001001		8	100100100100		4	000100001001		2
242	100100010101		2	000100010101		2	100100010101		2	000100010101		2
243	100100010010		1	000010101000		3	100100010010		4	010101000001		2
244	100100001001		2	000010101000		4	100100001001		2	010101000010		3
245	100100000100		3	000100000100		3	100100000100		3	000100000100		3
246	100100000100		4	000100000100		4	100100000100		4	000100000100		4
247	100010101000		3	000010010100		3	100010101000		3	010101000010		4
248	100010101000		4	000010010100		4	100010101000		4	010101000010		3
249	100010010100		3	000010001010		3	100010010100		3	010101000010		4
250	100010010100		4	000010001010		4	100010010100		4	010101000010		2
251	100010001010		1	000010000101		2	100010001010		4	010101001010		3
252	100010000101		2	000000100000		1	100010000101		2	010101001010		4
253	100010000010		1	000010000010		3	100010000010		4	010101010000		1
254	100001000001		2	000010000010		4	100001000001		2	010101010000		3
255	100001000000		1	000001000001		2	100000100000		1	010101010000		4

【図5】

【図6】

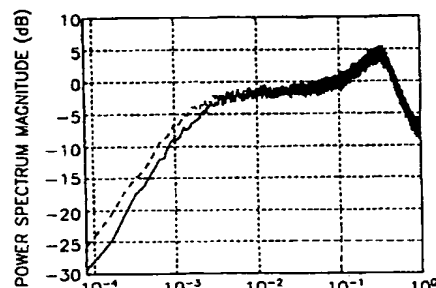
表2 a: 主変換コードグループMCG2と
DC抑圧制御を遂行するDSV
コードグループ

Data Symbol	DSV Code Group I			Data Symbol	DSV Code Group I		
	Code Word		NCG		Code Word		NCG
	MSB	LSB			MSB	LSB	
000	010000000101		3	001	010000010001		3
001	01000000101		4	002	010000010000		3
002	01000001010		3	003	010000010001		4
003	01000001010		4	004	010000010000		3
004	010000010100		3	005	010000010001		4
005	010000010100		4	006	010000010000		3
006	0100000101000		3	007	010000010001		3
007	0100000101000		4	008	010000010000		3
008	0100000101000		3	009	010000010001		4
009	0100000101000		4	010	010000010000		3
010	0100000101000		3	011	010000010001		3
011	0100000101000		4	012	010000010000		3
012	0100000101000		3	013	010000010101		4
013	0100000101000		4	014	010000010100		3
014	0100000101000		3	015	010000010100		3
015	0100000101000		4	016	010000010100		3
016	0100000101000		3	017	010000010100		3
017	0100000101000		4	018	010000010100		3
018	0100000101000		3	019	010000010100		3
019	0100000101000		4	020	010000010100		3
020	0100000101000		3	021	010000010100		3
021	0100000101000		4	022	010000010100		3
022	0100000101000		3	023	010000010100		3
023	0100000101000		4	024	010000010100		3
024	0100000101000		3	025	010000010100		3
025	0100000101000		4	026	010000010100		3
026	0100000101000		3	027	010000010100		3
027	0100000101000		4	028	010000010100		3
028	0100000101000		3	029	010000010100		3
029	0100000101000		4	030	010000010100		3
030	0100000101000		3	031	010000010100		3
031	0100000101000		4	032	010000010100		3
032	0100000101000		3	033	010000010100		3
033	0100000101000		4	034	010000010100		3
034	0100000101000		3	035	010000010100		3
035	0100000101000		4	036	010000010100		3
036	0100000101000		3	037	010000010100		3
037	0100000101000		4	038	010000010100		3
038	0100000101000		3	039	010000010100		3
039	0100000101000		4	040	010000010100		3
040	0100000101000		3	041	010000010100		3
041	0100000101000		4	042	010000010100		3
042	0100000101000		3	043	010000010100		3
043	0100000101000		4	044	010000010100		3
044	0100000101000		3	045	010000010100		3
045	0100000101000		4	046	010000010100		3
046	0100000101000		3	047	010000010100		3
047	0100000101000		4	048	010000010100		3
048	0100000101000		3	049	010000010100		3
049	0100000101000		4	050	010000010100		3
050	0100000101000		3	051	010000010100		3

表2 b: 重複コード復調用変換コードグループ
DCG1とDC抑圧制御を遂行する
DSVコードグループII

Data Symbol	DSV Code Group II			Data Symbol	DSV Code Group II		
	Code Word		NCG		Code Word		NCG
	MSB	LSB			MSB	LSB	
000	000000100100		3	014	000000100000		3
001	000000100001		3	015	000000100101		3
002	000000100001		4	016	100100000000		1
003	000000100010		3	017	000000100101		3
004	000000100010		4	018	000000100001		3
005	000000100000		3	019	000000100000		4
006	000000100000		4	020	000000100101		4
007	000000100000		4	021	000000100000		3
008	000000100001		3	022	000000100101		4
009	000000100001		4	023	000000100101		4
010	000000100010		3	024	000000100101		3
011	000000100010		4	025	000000100101		4
012	000000100000		3	026	000000100000		4
013	000000100000		4				

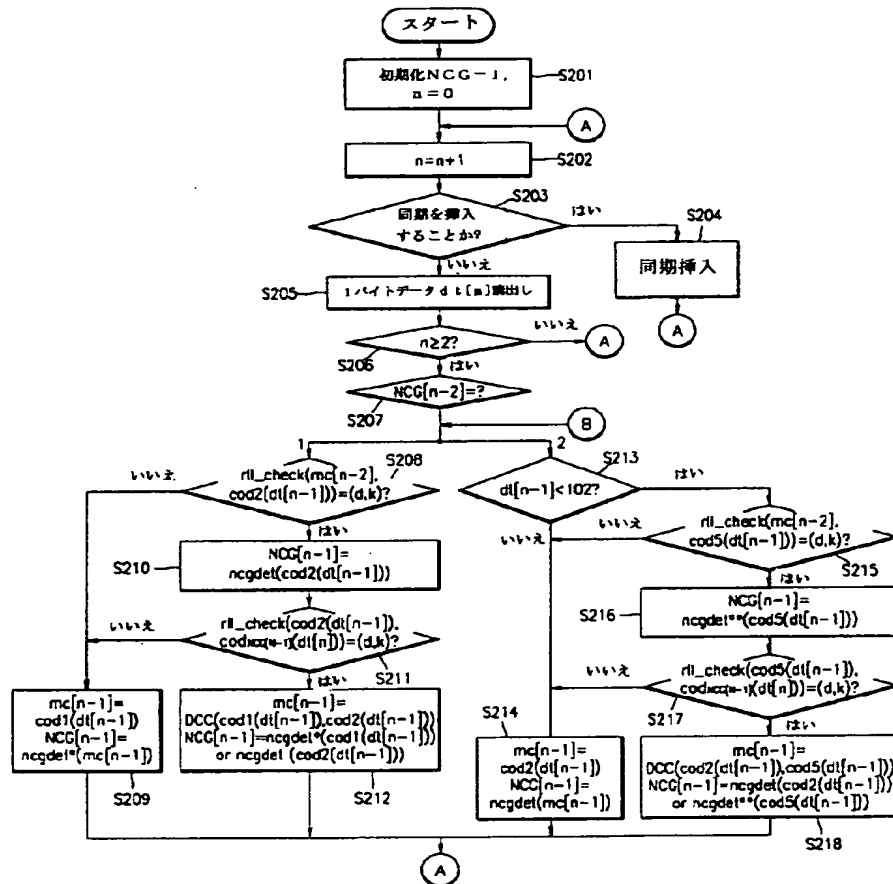
【図9】



本発明によるDC抑圧改善効果

— 本発明の方法で変換された
コードストリームのPSD曲線
--- 従来の方法で変換された
コードストリームのPSD曲線

【図10A】

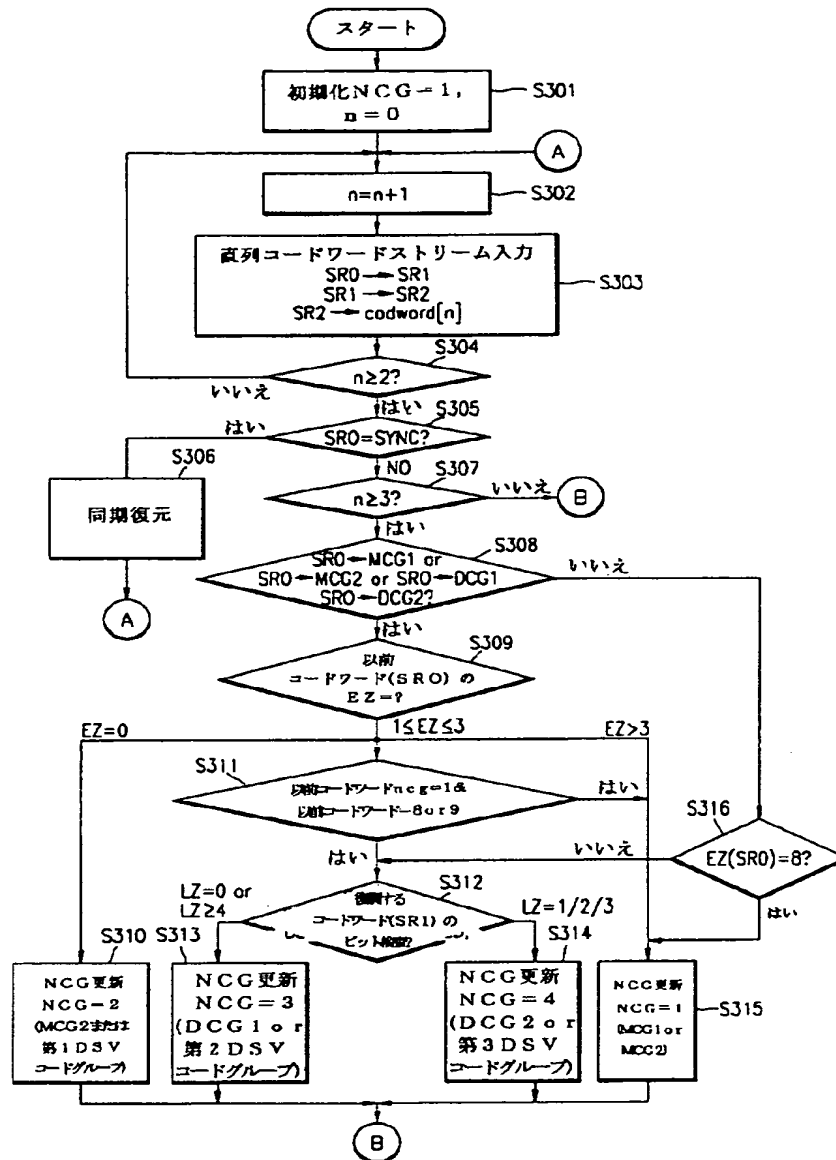


```

graph TD
    B((B)) --> J1{3  
dl[n-1]<27?}
    J1 -- はい --> J2{S219  
rll_check(mc[n-2],  
cod6[dl[n-1]])=(d,k)?}
    J1 -- いいえ --> J3{S220  
mc[n-1]=  
cod3[dl[n-1]]  
NCG[n-1]=  
ncgdet(mc[n-1])}
    J2 -- はい --> S222[S222  
NCG[n-1]=  
ncgdet**(cod6[dl[n-1]])]
    J2 -- いいえ --> J3
    S222 --> J4{S223  
rll_check(cod6[dl[n-1]],  
cod4[n-1](dl[n]))=(d,k)?}
    J4 -- はい --> S224[S224  
mc[n-1]=  
DCC(cod3[dl[n-1]],cod6[dl[n-1]])  
NCG[n-1]=ncgdet(cod3[dl[n-1]])  
or ncgdet**(cod6[dl[n-1]])]
    J4 -- いいえ --> J3
    S224 --> J5((C))
    J5 --> J6{S231  
最後データ  
であるのか?}
    J6 -- はい --> END([END])
    J6 -- いいえ --> A((A))

    B --> J7{4  
dl[n-1]<4?}
    J7 -- はい --> J8{S225  
rll_check(mc[n-2],  
cod7[dl[n-1]])=(d,k)?}
    J7 -- いいえ --> J9{S226  
mc[n-1]=  
cod4[dl[n-1]]  
NCG[n-1]=  
ncgdet(mc[n-1])}
    J8 -- はい --> S228[S228  
NCG[n-1]=  
ncgdet**(cod7[dl[n-1]])]
    J8 -- いいえ --> J9
    S228 --> J10{S229  
rll_check(cod7[dl[n-1]],  
cod4[n-1](dl[n]))=(d,k)?}
    J10 -- はい --> S230[S230  
mc[n-1]=  
DCC(cod4[dl[n-1]],cod7[dl[n-1]])  
NCG[n-1]=ncgdet(cod4[dl[n-1]])  
or ncgdet**(cod7[dl[n-1]])]
    J10 -- いいえ --> J9
    S230 --> J5
  
```

【図14A】



【図14B】

